

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 440 328**

51 Int. Cl.:

C02F 1/04 (2006.01)
C02F 1/06 (2006.01)
C02F 1/44 (2006.01)
C02F 5/00 (2006.01)
B01D 1/26 (2006.01)
B01D 1/28 (2006.01)
B01D 3/06 (2006.01)
B01D 61/02 (2006.01)
C02F 103/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.10.2010 E 10773137 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2013 EP 2493815**

54 Título: **Desalinización térmica**

30 Prioridad:

28.10.2009 GB 0918916

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

28.01.2014

73 Titular/es:

**SURREY AQUATECHNOLOGY LIMITED (100.0%)
Modern Water Bramley House The Guildway Old
Portsmouth Road
Guildford, Surrey GU3 1LR, GB**

72 Inventor/es:

NICOLL, PETER

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 440 328 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

Desalinización térmica

5 La presente invención se refiere a un proceso de desalinización térmica.

Se conocen diversos métodos para la desalinización de agua del mar. Por ejemplo, el agua se puede separar del agua del mar utilizando técnicas de membrana, tales como ósmosis inversa. De manera alternativa, se pueden emplear métodos de separación térmica. Los ejemplos de dichas técnicas de separación térmica incluyen destilación súbita multifásica (MSF), destilación de múltiples efectos (MED) y destilación por compresión de vapor (VC).

El agua del mar contiene iones, tales como iones de calcio, magnesio y sulfato, que tienden a depositarse en las unidades de separación térmica en forma de incrustaciones. Se pueden añadir aditivos químicos para reducir la formación de incrustaciones, pero esto puede aumentar los costes del proceso global. Además, a pesar de que se puede reducir la formación de incrustaciones reduciendo la temperatura máxima a la que se calienta el agua del mar (temperatura máxima de la salmuera), esto reduce significativamente la eficacia del proceso de desalinización.

Se han realizado una serie de intentos para reducir el riesgo de formación de incrustaciones. En el documento de GB 2.443.802, por ejemplo, la corriente de alimentación de agua del mar se pasa a través de una membrana de nano-filtración u ósmosis inversa antes de introducirse en la unidad de separación térmica. La membrana de nano-filtración u ósmosis inversa retiene al menos parte de los iones que forman incrustaciones, ablandando el agua antes de la destilación. A pesar de que la técnica es eficaz, requiere que el agua del mar se presurice antes de la entrada en contacto con la membrana, lo que incrementa significativamente los costes del proceso global.

25 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un proceso de desalinización térmica que comprende:

introducir una solución de alimentación en una unidad de separación térmica,
destilar la solución de alimentación en la unidad de separación térmica para producir una corriente de destilado y una corriente residual que tiene una mayor concentración de soluto que la solución de alimentación,
30 poner en contacto una fracción (es decir, no toda) de la corriente residual procedente de la unidad de separación térmica con una cara de una membrana selectivamente permeable,
poner en contacto la cara opuesta de una membrana selectivamente permeable con una fracción de la solución de alimentación, de manera que el agua fluya a través de la membrana para diluir la corriente residual mediante ósmosis directa, e
35 introducir al menos una fracción de la corriente residual diluida en la unidad de separación térmica, y retirar y descartar una fracción de la corriente residual procedente de la unidad de separación térmica en forma de purga.

Como se ha explicado anteriormente, una solución de alimentación, tal como agua de mar, se introduce en una unidad de separación térmica en la que la solución de alimentación se destila para producir una corriente de destilado y una corriente residual que tiene una mayor concentración de soluto que la solución de alimentación. La corriente de destilado normalmente es agua y por lo general se retira de la unidad de separación térmica para una purificación adicional o para su uso directo. Una fracción (es decir, no toda) de la corriente residual se retira en forma de purga o salmuera, mientras que una fracción, por ejemplo en el caso de un proceso súbito multifásico, normalmente se recircula a través de la sección de recuperación térmica, por ejemplo, como medio para recuperar el calor procedente del vapor producido dentro de las cámaras súbitas de la sección de recuperación térmica.

En el proceso de la presente invención, una fracción de la corriente residual se pone en contacto con una cara de una membrana selectivamente permeable. La cara opuesta de la membrana se pone en contacto con una fracción de la solución de alimentación. Puesto que la corriente residual tiene una mayor concentración de soluto que la solución de alimentación, el agua procedente de la solución de alimentación fluye a través de la membrana para diluir la solución residual mediante ósmosis directa. Por tanto, la solución de alimentación no requiere su presurización a presiones elevadas para inducir el flujo del disolvente. A pesar de que el disolvente líquido (por ejemplo, agua) se deja fluir a través de la membrana, la membrana retiene al menos parte de los iones que forman incrustaciones, tales como iones de calcio, magnesio y sulfato. Por tanto, la solución residual diluida se ablanda con respecto a la solución de alimentación original y se introduce en la unidad de separación térmica para su destilación. La alimentación global en la unidad de separación térmica, por tanto, se ha ablandado con respecto a la solución de alimentación original. De esta forma, la temperatura máxima a la que se calienta la solución de alimentación (por ejemplo, la temperatura máxima de la salmuera) se puede incrementar, mejorando la eficacia del proceso global. La cantidad de anti-incrustante empleado en la unidad de separación térmica, por tanto, también se puede reducir, mejorando la rentabilidad del proceso.

Preferentemente, el proceso de la presente invención además comprende el calentamiento de la fracción de la solución de alimentación antes de la puesta en contacto con la membrana selectivamente permeable. Esto puede ser ventajoso puesto que la permeabilidad del disolvente (por ejemplo, agua líquida) a través de la membrana se puede mejorar a temperaturas elevadas. La fracción de la solución de alimentación puede estar a una temperatura

5 en el intervalo de 5 a 50 °C, preferentemente de 15 a 45 °C, más preferentemente de 25 a 40 °C, tras el contacto con la membrana. La etapa de calentamiento se puede llevar a cabo utilizando calor procedente de la unidad de separación térmica. De forma alternativa o adicional, la solución residual se puede enfriar antes de la puesta en contacto con la membrana. La solución residual por lo general está a una temperatura de 15 a 60 °C, preferentemente de 25 a 50 °C, más preferentemente de 30 a 40 °C cuando entra en contacto con la membrana.

10 La fracción de la solución de alimentación se puede tratar con un agente anti-incrustante, un inhibidor de la corrosión, un dispersante y/o un agente antimicrobiano antes de la puesta en contacto con la membrana selectivamente permeable. La fracción de la solución de alimentación también se puede tratar mediante otras técnicas pre-tratamiento, tales como filtración, micro-filtración o ultra-filtración para retirar cualquier impureza más grande de la solución de alimentación que de lo contrario podría bloquear u obstruir la membrana.

15 La fracción de la corriente residual se puede tratar con un agente anti-incrustante, un inhibidor de la corrosión, un dispersante y/o un agente antimicrobiano antes de la puesta en contacto con la membrana selectivamente permeable. La fracción de la corriente residual también se puede tratar con otras técnicas pre-tratamiento, tales como filtración, micro-filtración o ultra-filtración para retirar cualquier impureza más grande de la solución de alimentación que de lo contrario podría bloquear u obstruir la membrana.

20 En la etapa de ósmosis directa se puede utilizar cualquier membrana convenientemente selectiva. Se puede emplear una colección de membranas. Las membranas adecuadas incluyen membranas de acetato de celulosa (AC) y de triacetato de celulosa (TAC) (tales como las descritas en McCutcheon y col., Desalination 174 (2005) 1-11) y membranas de poliamida (PA). La membrana puede ser plana o adoptar la forma de un tubo o una fibra hueca. Se pueden emplear membranas delgadas, en particular, cuando no se aplica una presión elevada para inducir que el disolvente fluya a través de la membrana. Si se desea, la membrana puede estar soportada sobre una estructura de soporte, tal como un soporte de malla.

30 En una realización, una o más membranas tubulares pueden estar dispuestas dentro de una carcasa o armazón. La solución de alimentación se puede introducir en la carcasa, mientras que la solución residual se puede introducir en los tubos. Puesto que la concentración del disolvente de la solución de alimentación es superior que la de la solución residual, el disolvente (líquido) se difundirá a través de la membrana desde la solución de alimentación hacia la solución residual. La solución residual diluida se puede recuperar del interior de los tubos, mientras que la solución de alimentación concentrada se puede retirar de la carcasa (o viceversa).

35 Cuando se emplea una membrana plana, la lámina se puede enrollar de tal forma que defina una espiral en sección transversal.

40 El tamaño de poro de la membrana se puede seleccionar para permitir que las moléculas de disolvente (por ejemplo, agua) fluyan a través de la membrana pero que retengan los iones que forman incrustaciones, tales como iones de calcio, magnesio y sulfato. Los tamaños de poro típicos oscilan entre 1 y 100 Å, preferentemente entre 2 y 50 Å, por ejemplo, entre 10 y 40 Å. El tamaño de poro se puede determinar utilizando cualquier técnica adecuada.

45 Aunque no es esencial, la fracción de la solución de alimentación se puede presurizar y ponerse en contacto con la membrana a una presión inferior a 3 MPa, normalmente entre 0,1 y 1 MPa, preferentemente entre 0,1 y 0,5 MPa, y más preferentemente entre 0,1 y 0,3 MPa.

En el proceso de la presente invención se puede utilizar cualquier solución de alimentación adecuada. Preferentemente, la solución de alimentación es agua de mar o agua salobre.

50 En el proceso de la presente invención se puede utilizar cualquier unidad de separación térmica adecuada. Preferentemente, la unidad de separación térmica se selecciona entre un aparato de destilación súbita multifásica, un aparato de destilación de múltiples efectos y un aparato por compresión de vapor.

55 La fracción de la corriente residual que se introduce en la membrana se puede tratar para retirar sustancias particuladas u otras sustancias o iones no deseables antes de introducirse en la membrana. Se puede utilizar cualquier técnica adecuada, tal como filtración, micro-filtración, ultra-filtración, nano-filtración o absorción.

60 La solución de alimentación también se puede tratar para retirar sustancias particuladas u otras sustancias o iones no deseables antes de introducirse en la membrana. Se puede utilizar cualquier técnica adecuada, tal como filtración, micro-filtración, ultra-filtración, nano-filtración o absorción.

Ahora se describirán estos y otros aspectos de la invención con referencia a la figura acompañante, en la que:

65 la Figura 1 es un diagrama esquemático de un aparato para llevar a cabo una realización del proceso de la presente invención.

En la Figura 1 los números corresponden a las siguientes características:

- 1. Agua de refrigeración y suministro de la alimentación
- 2. Condensador
- 3. Alimentación de agua calentada
- 5 4. Producto destilado
- 5. Suministro de vapor
- 6. Retorno del condensado de vapor al sistema de la caldera
- 7. Salmuera/purga descartada
- 10 8. Sistema de pre-tratamiento del agente osmótico/salmuera
- 9. Alimentación de salmuera/agente osmótico
- 10. Vapor
- 11. Sistema de pre-tratamiento del agua de alimentación
- 12. Sistema de membrana
- 15 13. Salmuera diluida/agente osmótico
- 14. Agua de alimentación/salmuera diluida
- 15. Agua de alimentación concentrada
- 16. Descarga del agua de refrigeración
- 17. Evaporador

20 La Figura 1 muestra una versión esquemática de una realización del proceso de desalinización térmica de la presente invención. El agua de refrigeración y el suministro de la alimentación (1) se introducen en el condensador (2) donde se calienta mediante el vapor (10) que se condensa para formar el producto destilado (10).

25 En el evaporador (17), el agua de alimentación/salmuera diluida (14) se evapora parcialmente mediante el vapor (5) para producir un vapor (10) que se pasa al condensador (2). El vapor (5) se condensa para formar el condensado (6) que se devuelve al sistema de caldera.

30 La salmuera descartada (7) que tiene una concentración de soluto superior que la solución de la alimentación (1) se retira del evaporador (17), con una fracción (9) que está en contacto con una cara de la membrana selectivamente permeable en el sistema de membrana (12). Opcionalmente, el agente osmótico/salmuera (9) procedente del evaporador (17) se trata en el sistema de pre-tratamiento del agente osmótico/salmuera (8) antes de la introducción en una cara de la membrana selectivamente permeable en el sistema de membrana (12). La otra cara de la membrana selectivamente permeable en el sistema de membrana (12) está en contacto con una fracción de la corriente de alimentación (1), de manera que el agua fluye a través de la membrana para diluir la corriente de alimentación de salmuera/agente osmótico (9) mediante ósmosis directa. Antes de introducir la fracción de la corriente de alimentación (1) en el sistema de membrana (12), la corriente de alimentación se puede hacer pasar a través del sistema de pre-tratamiento del agua de alimentación (11). La corriente del agua de alimentación residual se retira del sistema de membrana (12) en forma de agua de alimentación concentrada (15).

REIVINDICACIONES

1. Un proceso de desalinización térmica que comprende:

5 introducir una solución de alimentación en una unidad de separación térmica,
destilar la solución de alimentación en la unidad de separación térmica para producir una corriente de
destilado y una corriente residual que tiene una mayor concentración de soluto que la solución de
alimentación,
10 poner en contacto una fracción de la corriente residual procedente de la unidad de separación térmica con
una cara de una membrana selectivamente permeable,
poner en contacto la cara opuesta de una membrana selectivamente permeable con una fracción de la
solución de alimentación, de manera que el agua fluya a través de la membrana para diluir la corriente
residual mediante ósmosis directa, e
15 introducir al menos una fracción de la corriente residual diluida en la unidad de separación térmica, y
retirar y descartar una fracción de la corriente residual procedente de la unidad de separación térmica en
forma de purga.

2. Un proceso según la reivindicación 1, donde la solución de alimentación es agua de mar o agua salobre.

20 3. Un proceso según la reivindicación 1 o 2, donde la unidad de separación térmica se selecciona entre un aparato
de destilación súbita multifásica, un aparato de destilación de múltiples efectos y un aparato por compresión de
vapor.

25 4. Un proceso según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende el calentamiento de la
fracción de la solución de alimentación antes de la puesta en contacto con la membrana selectivamente permeable.

5. Un proceso según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la fracción de la solución de
alimentación se trata con un agente anti-incrustante y/o un agente antimicrobiano antes de la puesta en contacto con
la membrana selectivamente permeable.
30

6. Un proceso según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la fracción de la solución residual se
trata con un agente anti-incrustante y/o un agente antimicrobiano antes de la puesta en contacto con la membrana
selectivamente permeable.

35 7. Un proceso según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la solución residual se trata para
retirar sustancias particuladas, orgánicas o de otro tipo antes de su introducción en la membrana.

8. Un proceso según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la solución de alimentación se trata
para retirar sustancias particuladas, orgánicas o de otro tipo antes de su introducción en la membrana.
40

9. Un proceso según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la membrana selectivamente
permeable tiene un tamaño de poro medio de 10 a 40 Å.

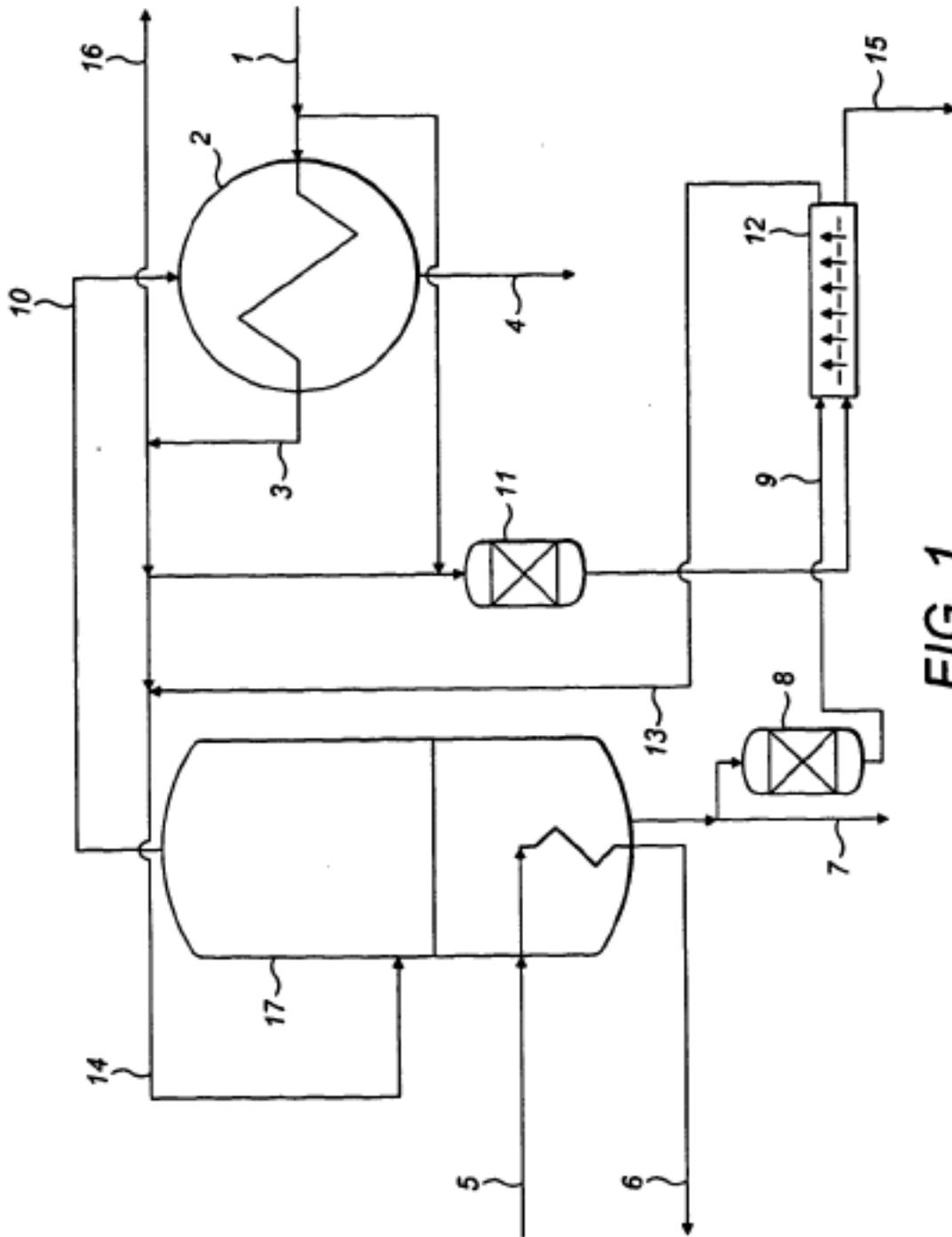


FIG. 1