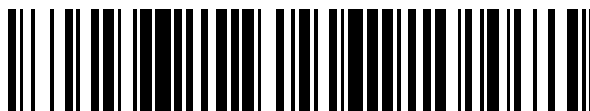


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 374 558**

51 Int. Cl.:

B01D 61/00 (2006.01)

F28F 25/00 (2006.01)

F28C 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05750234 .6**

96 Fecha de presentación: **10.06.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1781401**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.05.2007**

54 Título: **PROCESO PARA INTRODUCIR UNA SOLUCIÓN EN UN APARATO DE ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO.**

30 Prioridad:
11.06.2004 GB 0413110

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.02.2012

73 Titular/es:
**Surrey Aquatechnology Limited
Senate House University of Surrey Guildford
Surrey GU2 7XH, GB**

72 Inventor/es:
**AL-MAYAH, Abdulsalam y
SHARIF, Adel**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

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).

ES 2 374 558 T3

DESCRIPCIÓN

Proceso para introducir una solución en un aparato de enfriamiento evaporativo

- 5 La presente invención se refiere a un método para introducir una solución en un aparato de enfriamiento. En particular, aunque no exclusivamente, la presente invención se refiere a un método para retirar calor de una fuente de calor.
- 10 Los cambiadores de calor a menudo se usan para retirar el exceso de calor de procesos industriales. Los cambiadores de calor típicos incluyen cambiadores de calor del tipo carcasa y tubos, que comprenden una longitud de tubo parcialmente encerrada dentro una cubierta o carcasa. Una corriente de proceso industrial, que contiene un exceso de calor, se introduce en el tubo, mientras que un refrigerante, tal como agua, se hace pasar por la carcasa, a través de una entrada y salida diferentes. El agua retira el exceso de calor de la corriente de proceso.
- 15 De esta manera, el agua que sale de la carcasa está a una mayor temperatura que el refrigerante que entra en la carcasa. La corriente de agua calentada se enfría en una torre de enfriamiento antes de recircularla de vuelta a través de la carcasa. De esta manera, la retirada de calor puede realizarse de una manera continua.
- 20 La mayor parte de las torres de enfriamiento contienen un material de relleno poroso, conocido como carga (relleno). El agua se introduce en la parte superior de la torre de enfriamiento, y gotea hacia abajo a través de la carga mientras que se sopla aire a través de la carga, provocando que parte del agua se evapore. La pérdida de calor por evaporación (enfriamiento evaporativo) reduce la temperatura del agua restante. El agua enfriada se recircula al cambiador de calor.
- 25 A medida que ocurre la evaporación, los contaminantes tales como sólidos disueltos, se acumulan en el agua de recirculación. Dichos contaminantes pueden provocar el ensuciamiento, por ejemplo, como resultado del crecimiento biológico, formación de incrustación, corrosión y/o deposición de lodo. El nivel de contaminación puede reducirse retirando una parte del agua de recirculación del sistema. La retirada de agua de esta manera se conoce como purga.
- 30 Para reemplazar la pérdida de agua total del sistema, se introduce agua de constitución. El agua de constitución se trata, por ejemplo, con un inhibidor de incrustación, inhibidores de corrosión, biocidas y dispersantes. Estos aditivos tienden a ser caros y tienen que añadirse continuamente al agua de constitución, añadiéndose al coste del proceso global.
- 35 La calidad del agua del sistema de enfriamiento tiene un efecto significativo sobre la eficacia térmica y la vida de la torre de enfriamiento y de los cambiadores de calor.
- 40 En un enfriador de aire, el aire templado de los alrededores se sopla a través de la carga o material de relleno húmedo. El calor del aire se transfiere al material de carga húmedo, provocando que el agua contenida en la carga se evapore. Como resultado, el aire que surge del enfriador está a una menor temperatura que el aire introducido en el enfriador. A medida que el agua se evapora, los contaminantes en el agua pueden depositarse sobre el material de carga. Dichos depósitos tiene un efecto perjudicial sobre la eficacia térmica y la vida del enfriador de aire.
- 45 El documento JP 09 060320 A describe un aparato para introducir una solución en un aparato de enfriamiento evaporativo usando un dispositivo de membranas de ósmosis inversa.
- De acuerdo con la presente invención, un proceso para introducir una solución en un aparato de enfriamiento evaporativo, comprendiendo dicho proceso
- 50 a) colocar una membrana selectivamente permeable entre una primera solución y una segunda solución que tiene una mayor concentración de soluto que la primera solución, de manera que el disolvente de la primera solución fluye a través de la membrana selectivamente permeable para diluir la segunda solución,
- 55 b) introducir la segunda solución en un aparato de enfriamiento evaporativo en el que el disolvente se retira de la segunda solución por evaporación, y
- c) reciclar la segunda solución de la etapa b) a la etapa a) para extraer el disolvente de la primera solución; caracterizado por que la segunda solución se forma introduciendo al menos un soluto en al menos un disolvente;
- 60 y la primera solución es agua de mar, agua salobre, agua de río y/o agua residual.
- Preferentemente, el aparato de enfriamiento evaporativo es una torre de enfriamiento o enfriador de aire. Los enfriadores de aire adecuados incluyen enfriadores de aire para uso doméstico e industrial.
- 65 La naturaleza selectiva de la membrana evita que el soluto o solutos indeseables y otros contaminantes en la primera solución pasen a la segunda solución.

La primera solución puede ser una corriente acuosa impura, tal como agua de mar, agua salobre, agua de río y corrientes residuales, por ejemplo de un proceso industrial o agrícola. Cuando se usan dichas soluciones, se permite que el agua pase selectivamente a través de la membrana para diluir la segunda solución.

La segunda solución puede tener una composición conocida. Por ejemplo, en una realización, la segunda solución se forma introduciendo una cantidad conocida de un soluto en una cantidad conocida de disolvente. De esta manera, la segunda solución puede consistir básicamente en un soluto seleccionado disuelto en un disolvente seleccionado. Esta segunda solución puede formarse antes de la etapa a). Formando la segunda solución de esta manera, puede producirse una solución sustancialmente limpia. De esta manera, la segunda solución puede tener una concentración reducida de partículas suspendidas, materia biológica y/u otros componentes que pueden provocar el ensuciamiento del sistema de enfriamiento. Más preferentemente, la segunda solución está sustancialmente libre de dichos componentes. En una realización, se incluyen en la segunda solución aditivos tales como inhibidores de incrustación, inhibidores de corrosión, biocidas y/o dispersantes. La segunda solución puede recircularse en un bucle cerrado, por ejemplo de manera que se reutilice continuamente en las etapas a) y b). En dicha realización, los componentes de la segunda solución se "inmovilizan" eficazmente dentro del bucle. De esta manera, una vez que se forma la segunda solución, la adición adicional de soluto y/o aditivos, tales como inhibidores de incrustación, inhibidores de corrosión, biocidas y/o dispersantes, puede no ser necesaria.

El disolvente en la segunda solución es preferentemente agua.

El soluto (agente osmótico) en la segunda solución es, preferentemente, un soluto soluble en agua, tal como una sal soluble en agua. Las sales adecuadas incluyen sales de amonio y metales tales como metales alcalinos (por ejemplo, Li, Na, K) y metales alcalinotérreos (por ejemplo, Mg y Ca). Las sales pueden ser fluoruros, cloruros, bromuros, yoduros, sulfatos, sulfitos, sulfuros, carbonatos, hidrogenocarbonatos, nitratos, nitritos, nitruros, fosfatos, aluminatos, boratos, bromatos, carburos, cloruros, percloratos, hipocloritos, cromatos, fluorosilicatos, fluorosilicatos, silicatos, cianuros y cianatos. Pueden emplearse una o más sales. En una realización preferida, el soluto de la segunda solución es una sal de sodio y/o potasio. De esta manera, la segunda solución puede formarse disolviendo una cantidad conocida de una sal de sodio y/o potasio en agua. En una realización, la segunda solución se forma disolviendo un cloruro de sodio en agua. En una realización preferida adicional la segunda solución puede ser una solución de amoníaco y dióxido de carbono, con una especie acuosa resultante: carbonato de amonio, bicarbonato de amonio y carbamatos de amonio (véase el documento WO 02/0608025). La segunda solución usada inicialmente en la etapa a) puede tener una concentración de soluto o sales disueltas totales (TDS) que es mayor que la concentración de soluto o TDS de la primera solución.

En la etapa a) de la presente invención, la primera solución se pone en un lado de una membrana semi-permeable. Una segunda solución que tiene una mayor concentración de soluto (y, por lo tanto, una menor concentración de disolvente), se pone en el lado opuesto de la membrana. Como resultado, el disolvente pasa a través de la membrana del lado de la concentración baja de soluto (alta concentración de disolvente) al lado de concentración alta de soluto (baja concentración de disolvente). El flujo ocurre a lo largo de un gradiente de concentración. De esta manera, no se requieren altas presiones para inducir el flujo de disolvente. Sin embargo, puede aplicarse un diferencial de presión a través de la membrana, por ejemplo para aumentar el flujo de agua.

Después de que el disolvente (por ejemplo, agua) de la primera solución hubiera pasado a la segunda solución, la segunda solución puede estar a una presión elevada (presión osmótica cuando se usa agua como disolvente), incluso cuando no se aplica una presión para inducir el flujo de disolvente de la primera solución a la segunda solución. Esto se debe a que el flujo de disolvente de la primera solución a la segunda solución ocurre a lo largo de un gradiente de concentración. Esta presión puede usarse para ayudar a la transferencia de la segunda solución a etapas de procesamiento posteriores de la presente invención. Esta presión puede ser suficiente para transferir la segunda solución a etapas de procesamiento posteriores, por ejemplo, sin ayuda de bombas. En una realización, el exceso de presión se convierte en trabajo mecánico. De esta manera, la presión, (por ejemplo, presión osmótica) generada en la segunda solución puede usarse para reducir el consumo de energía y/o aumentar la eficacia de transferencia de calor del proceso global.

En una realización, la segunda solución diluida de la etapa a) puede ponerse en contacto con un lado de una membrana selectivamente permeable adicional, mientras que una tercera solución, que tiene una mayor concentración de soluto que la segunda solución diluida, se pone en contacto con el otro lado de la membrana. Como la segunda solución tiene una mayor concentración de disolvente que la tercera solución, el disolvente de la segunda solución fluye a través de la membrana para diluir la tercera solución. Al igual que la segunda solución, la tercera solución puede consistir básicamente en un soluto seleccionado disuelto en un disolvente seleccionado. De esta manera, repitiendo las etapas (a) una o más veces, puede controlarse mejor la composición de la solución introducida en la torre de enfriamiento.

La tercera y/o posterior soluciones pueden formarse por cualquiera de las soluciones descritas anteriormente respecto a la segunda solución. De esta manera, el disolvente en la tercera y/o posterior soluciones es preferentemente agua.

El soluto (agente osmótico) en la tercera y/o posterior soluciones es, preferentemente, un soluto soluble en agua, tal como una sal soluble en agua. Las sales adecuadas incluyen sales de amonio y metales, tales como metales alcalinos (por ejemplo, Li, Na, K) y metales alcalinotérreos (por ejemplo, Mg y Ca). Las sales pueden ser fluoruros, cloruros, bromuros, yoduros, sulfatos, sulfitos, sulfuros, carbonatos, hidrogenocarbonatos, nitratos, nitritos, nitruros, fosfatos, aluminatos, boratos, bromatos, carburos, cloruros, percloratos, hipocloritos, cromatos, fluorosilicatos, fluorosilicatos, silicatos, cianuros y cianatos. Pueden emplearse una o más sales. En una realización preferida, el soluto de la tercera y/o posterior soluciones es una sal de sodio y/o potasio. De esta manera, la tercera y/o posterior soluciones pueden formarse disolviendo una cantidad conocida de sal de sodio y/o potasio en agua. En una realización, la tercera y/o posterior soluciones pueden formarse disolviendo un cloruro sódico en agua. En otra realización la tercera y/o posterior soluciones pueden ser una solución de amoníaco y dióxido de carbono, con las siguientes especies acuosas resultantes: carbonato de amonio, bicarbonato de amonio y carbamatos de amonio (véase el documento WO 02/0608025).

La tercera y/o posterior soluciones pueden contener el mismo soluto o solutos y disolvente o disolventes que la segunda solución. Puede ser posible usar diferentes soluciones como la segunda, tercera y/o posterior soluciones.

En otra realización, se incluyen aditivos tales como inhibidores de incrustación, inhibidores de corrosión, biocidas y/o dispersantes en la tercera y/o posterior soluciones. Como se describirá con mayor detalle a continuación, la tercera y/o posterior soluciones puede recircularse en un bucle cerrado, por ejemplo de manera que se reutilice de forma continua en las etapas a) y b). En dicha realización, los componentes de la tercera y/o posterior soluciones se "inmovilizan" eficazmente dentro del bucle. De esta manera, una vez que se forman la tercera y/o posterior soluciones, puede que la adición adicional de soluto y/o aditivo, tal como inhibidores de incrustación, inhibidores de corrosión, biocidas y/o dispersantes, no sea necesaria.

En la etapa b), la segunda solución se introduce en un aparato de enfriamiento evaporativo. El aparato de enfriamiento preferentemente comprende un material de soporte a partir del cual el disolvente (por ejemplo, agua) puede evaporarse. El material de soporte es preferentemente poroso y puede tener ventajosamente una gran área superficial. El material de soporte puede estar fabricado de plástico, metal, cerámico y materiales naturales tales como madera.

Durante el uso, la segunda solución se pone en contacto con el material de soporte. Puede hacerse pasar entonces un gas, tal como aire, a través del material de soporte húmedo, provocando que el disolvente de la segunda solución se evapore. Dependiendo de las temperaturas relativas de la solución y el gas, la temperatura de la solución o del gas se reduce como resultado del enfriamiento evaporativo. La solución o gas enfriado puede usarse como refrigerante, por ejemplo, para retirar el calor de una fuente de calor o para enfriar la atmósfera circundante.

La solución que sale de la etapa b) se recicla a la etapa a). La segunda solución de la etapa b) puede reciclarse directamente a la etapa a) para extraer el disolvente de la primera solución. Como alternativa, la segunda solución puede reciclarse a la etapa a) después de una o más etapas intermedias. Por ejemplo, la segunda solución de la etapa b) puede usarse para retirar el calor de una fuente de calor antes de reciclarlo a la etapa a). En una realización, la segunda solución se usa como refrigerante en un cambiador de calor antes de reciclarlo a la etapa a). La segunda solución puede recircularse en un bucle cerrado. Opcionalmente, pueden añadirse componentes adicionales, tales como disolventes, solutos y aditivos seleccionados, por ejemplo, entre inhibidores de incrustación, inhibidores de corrosión, biocidas y/o dispersantes, al bucle cerrado.

Los ejemplos de aparatos de enfriamiento evaporativo adecuados incluyen torres de enfriamiento y enfriadores de aire, tales como enfriadores de aire para uso doméstico e industrial.

Los enfriadores de aire típicamente comprenden una cubierta que contiene un material de relleno poroso (por ejemplo, una carga o relleno). La segunda solución se introduce en el enfriador de aire y humedece el material de relleno. Cuando el aire templado de los alrededores se sopla a través del material de relleno, parte del disolvente (por ejemplo, agua) de la segunda solución se evapora. La pérdida de calor por evaporación (enfriamiento evaporativo) reduce la temperatura del aire. De esta manera, la temperatura del aire que surge del enfriador de aire es menor que la del aire introducido en el enfriador de aire. El aire que surge del enfriador de aire puede usarse como refrigerante, por ejemplo para un cambiador de calor. Como alternativa, el aire que surge puede usarse para enfriar un espacio cerrado, tal como una habitación.

Las torres de enfriamiento típicamente contienen un material de relleno poroso conocido como carga (relleno). La segunda solución se introduce en la parte superior de la torre de enfriamiento y gotea hacia abajo a través de la carga mientras que un refrigerante, tal como aire, se sopla a través de la carga, provocando que parte del disolvente de la segunda solución se evapore. La pérdida de calor por evaporación (enfriamiento evaporativo) reduce la temperatura de la segunda solución restante.

A medida que ocurre la evaporación, la concentración de la segunda solución aumenta. Si los contaminantes están presentes en la segunda solución, éstos pueden retirarse al menos parcialmente retirando una parte de la segunda solución que entra en la torre de enfriamiento (por ejemplo, como un drenaje). Esta retirada se conoce como purga.

Puede emplearse cualquier torre de enfriamiento adecuada en el proceso de la presente invención. Los ejemplos de torres de enfriamiento adecuadas incluyen torres de enfriamiento de succión natural y de succión mecánica.

Después de la etapa a), la segunda solución puede usarse para retirar el exceso de calor de la fuente de calor (etapa d). De esta manera, de acuerdo con una realización preferida de la presente invención, la presente invención proporciona un método para retirar el calor de una fuente de calor. La etapa d) puede realizarse antes y/o después de que la segunda solución se introduzca en el aparato de enfriamiento evaporativo en la etapa b) con la condición de que la segunda solución usada en la etapa (d) esté a una menor temperatura que la fuente de calor. En una realización, la etapa d) se realiza antes y/o después de que la segunda solución se enfríe en una torre de enfriamiento en la etapa b).

En una realización, la segunda solución se usa como un refrigerante en un cambiador de calor, para retirar el calor de una corriente de proceso industrial, tal como vapor, de una central eléctrica. Por ejemplo, el cambiador de calor puede ser un cambiador de calor del tipo de carcasa y tubos, que comprende una longitud de tubo parcialmente cerrada dentro de una carcasa dentro de una cubierta o carcasa. La corriente de proceso industrial se introduce en el tubo, mientras que la segunda solución se hace pasar a través de la carcasa, a través de una entrada y salida diferentes. La segunda solución retira el exceso de calor de la corriente de proceso. De esta manera, la segunda solución que sale de la carcasa está a una mayor temperatura que la segunda solución que entra en la carcasa.

Una vez que la segunda solución se ha calentado en la etapa de retirada de calor (d), puede reutilizarse en la etapa a). Sin embargo, si la segunda solución se reutiliza en la etapa a), la concentración global de soluto en la segunda solución en contacto con la membrana selectivamente permeable debería ser mayor que la concentración de soluto en la primera solución, de manera que el disolvente de la primera solución pasará a través de la membrana selectivamente permeable en la segunda solución. En una realización preferida, por lo tanto, la retirada de disolvente de la segunda solución se controla para asegurar que la segunda solución que está en contacto con la membrana selectivamente permeable tiene una concentración deseada. En una realización, la segunda solución puede enfriarse antes de reutilizarla en la etapa a) (por ejemplo, en una torre de enfriamiento).

En la etapa c), la solución usada en las etapas a) b) y opcionalmente d) se recircula en un bucle cerrado. Opcionalmente, pueden añadirse componentes adicionales, tales como disolventes, solutos y aditivos seleccionados, por ejemplo, entre inhibidores de incrustación, inhibidores de corrosión, biocidas y/o dispersantes, al bucle cerrado.

Puede usarse cualquier membrana adecuadamente selectiva en el proceso de la presente invención. Puede emplearse una serie de membranas. Las membranas adecuadas incluyen acetato de celulosa (CA) y triacetato de celulosa (CTA) (tal como los descritos en McCutcheon et al., Desalination 174 (2005) 1-11) y membranas de poliamida (PA). La membrana puede ser plana o tomar la forma de un tubo o fibra hueca. Pueden emplearse membranas finas, particularmente cuando no se aplica una alta presión para introducir el flujo de disolvente de la primera solución a la segunda solución. Si se desea, la membrana puede estar soportada sobre una estructura de soporte, tal como un soporte de malla.

En una realización, una o más membranas tubulares pueden estar dispuestas dentro de una cubierta o carcasa. La primera solución puede introducirse en la cubierta, mientras que la segunda solución puede introducirse en los tubos. Como la concentración de disolvente de la primera solución es mayor que la de la segunda, el disolvente se difundirá a través de la membrana desde la primera solución a la segunda solución. De esta manera, la segunda solución quedará cada vez más diluida y la primera solución cada vez más concentrada. La segunda solución diluida puede recuperarse del interior de los tubos mientras que la primera solución concentrada puede retirarse de la carcasa.

Cuando se emplea una membrana plana, la lámina puede enrollarse de manera que defina una sección transversal en espiral.

El tamaño de poro de la membrana puede seleccionarse dependiendo del tamaño de las moléculas de disolvente que requieren separación. Puede ser posible usar una membrana que tenga un tamaño de poro que permita que dos o más tipos diferentes de moléculas de disolvente pasen a través de la membrana. Preferentemente, el tamaño de poro de la membrana es selectivo para el paso de agua. El tamaño de poro de la membrana se selecciona preferentemente para evitar el flujo de soluto y otros contaminantes de la primera solución a la segunda solución. Los tamaños de poro típicos varían de 1 a 100 Angstroms, preferentemente de 5 a 50 Angstroms, por ejemplo de 10 a 40 Angstroms.

El flujo de disolvente a través de la membrana selectiva generalmente está influido por las condiciones térmicas. De esta manera, las soluciones a cada lado de la membrana pueden calentarse o enfriarse, si se desea. Las soluciones pueden calentarse a temperaturas mayores de 40 a 90 °C, por ejemplo de 60 a 80 °C. Como alternativa, las soluciones pueden enfriarse a -20 a 40 °C, por ejemplo de 5 a 20 °C. La solución en un lado de la membrana puede calentarse, mientras que el otro lado se enfría. El calentamiento o enfriamiento puede realizarse en cada solución

independientemente. Las reacciones químicas pueden realizarse también a cada lado de la membrana, si se desea.

Para mejorar la eficacia de la etapa de ósmosis, la primera y/o segunda solución pueden tratarse para reducir el enfriamiento e incrustación de la membrana. Por consiguiente, los agentes anti-incrustación y/o anti-ensuciamiento pueden añadirse a una o ambas soluciones. Aunque no se requiere, puede aplicarse presión al lado de la primera solución de la membrana para aumentar la velocidad de flujo del agua a través de la membrana. Por ejemplo, pueden aplicarse presiones de 1×10^5 Pa a 5×10^5 Pa [1 a 5 bar], preferentemente presiones de 2×10^5 Pa a 4×10^5 Pa [2 a 4 bar]. Adicionalmente o como alternativa, la presión en el lado de la segunda solución de la membrana puede reducirse. Por ejemplo, la presión puede ser menor de 1×10^5 Pa [1 bar], preferentemente menor de $0,5 \times 10^5$ Pa [0,5 bar].

Las viscosidades de la primera solución y/o la segunda solución pueden modificarse también para mejorar la velocidad de flujo a través de la membrana. Por ejemplo, pueden emplearse agentes modificadores de la viscosidad.

El proceso de la presente invención puede comprender, adicionalmente, una etapa de pre-tratamiento de retirada de contaminantes, tal como partículas suspendidas y materia biológica, de la primera solución. Adicionalmente o como alternativa, puede añadirse un inhibidor de umbral para controlar la formación de incrustaciones a la primera solución. Pueden emplearse también etapas de pre-tratamiento para alinear el pH de la primera solución. Cuando se usa agua de mar como un suministro, es preferible usar una toma marina profunda, puesto que el agua de mar profunda típicamente contiene menos contaminantes.

Estos y otros aspectos de la presente invención no se describirán con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es un diagrama esquemático de un aparato en el que se usa el proceso de acuerdo con la primera realización de la presente invención,

La Figura 2 es un diagrama esquemático de un aparato en el que se usa un proceso de acuerdo con una segunda realización de la presente invención,

La Figura 3 es un diagrama esquemático de un aparato en el que se usa el proceso de acuerdo con una tercera realización de la presente invención, y

La Figura 4 es un diagrama esquemático de un aparato en el que se usa el proceso de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención.

Con referencia a la Figura 1, se proporciona un aparato 10 para producir una corriente de enfriamiento de aire.

El aparato 10 comprende una cubierta 12 y un enfriador de aire 14. La cubierta 12 comprende una membrana 16, selectivamente permeable, para separar el agua de mar 18 de una solución 20 formada disolviendo una cantidad conocida de cloruro sódico en agua.

Durante el uso, el agua de mar 18 se hace circular a través de la cubierta 12 en un lado de la membrana 16, mientras que la solución 20 de cloruro sódico se hace circular a través de la cubierta 12 en el lado opuesto de la membrana 16. La solución 20 de cloruro sódico en contacto con la membrana 16 tiene una mayor concentración de sal disuelta total (solute) que el agua de mar 18. De esta manera, el agua fluye del lado del agua de mar de la membrana 16 al lado de la solución de la membrana 16 por ósmosis.

El flujo de agua a través de la membrana 16 diluye la solución 20 de cloruro sódico. La solución 20 diluida se retira de la cubierta 12 y se introduce en el enfriador de aire 14. El enfriador de aire 14 contiene un material de relleno poroso (no mostrado). La solución 20 se introduce en la parte superior del enfriador de aire 14 y humedece el material poroso.

Cuando el aire 22 caliente de los alrededores se sopla a través del material poroso húmedo, el calor del aire 22 se transfiere al material poroso húmedo, provocando que el agua en la solución 20 se evapore. Como resultado, el aire 24 emergente del enfriador 14 está a una menor temperatura que el aire 22 introducido en el enfriador 14. El aire 24 emergente puede usarse para enfriar un espacio cerrado, tal como una habitación.

A medida que el agua se evapora de la solución 20, la solución 20 se hace más concentrada. Esta solución 20 concentrada se retira del enfriador de aire 14 a través de la línea 26, y se recircula al lado de la solución de la membrana 16 en la cubierta 12, en un bucle cerrado. La concentración de la solución 20 en contacto con la membrana 16 es mayor que la del agua de mar 18 en el otro lado de la membrana 16.

El aparato de la Figura 2 es similar al aparato de la Figura 1. De esta manera, se han usado números similares para designar partes similares. A diferencia del aparato de la Figura 1, sin embargo, el aparato de la Figura 2 comprende dos carcasas 12a y 12b que se usan en serie.

La primera cubierta 12a comprende una membrana 16a, selectivamente permeable, para separar el agua de mar 18 de una solución 20a formada disolviendo una cantidad conocida de cloruro sódico en agua. La segunda cubierta 12b comprende una membrana 16b, selectivamente permeable, para separar la solución 20a de la primera cubierta 12a

de una solución 20b formada disolviendo una cantidad conocida de cloruro sódico en agua.

Durante el uso, el agua de mar 18 se hace circular a través de la cubierta 12a en un lado de la membrana 16a, mientras que la solución 20a de cloruro sódico se hace circular a través de la cubierta 12a, en un lado opuesto de la membrana 16a. La solución 20a de cloruro sódico en contacto con la membrana 16 tiene una concentración de sal disuelta total (soluto) mayor que el agua de mar 18. De esta manera, el agua fluye del lado del agua de mar de la membrana 16 al lado de la solución de la membrana 16 por ósmosis.

El flujo de agua a través de la membrana 16a diluye la solución 20a de cloruro sódico. La solución 20a diluida se hace circular a través de la cubierta 12b en un lado de la membrana 16b, mientras que la solución 20b de cloruro sódico se hace circular a través de la cubierta 12b en el lado opuesto de la membrana 16b. La solución 20b de cloruro sódico en contacto con la membrana 16b tiene una concentración de sal disuelta total (soluto) mayor que la solución 20a. De esta manera, el agua fluye a través de la membrana 16b por ósmosis para diluir la solución 20b de cloruro sódico. La solución 20b diluida se introduce en un enfriador de aire 14 de la manera descrita con referencia en la Figura 1. A medida que el agua fluye a través de la membrana por ósmosis, la solución 20a de cloruro sódico cada vez se concentra más y se recircula a la cubierta 12a.

En la Figura 3 se proporciona un aparato 100 para retirar el calor de una corriente de proceso industrial.

El aparato 100 comprende una carcasa 110, en un cambiador de calor 112 y una torre de enfriamiento 114. La carcasa 110 comprende una membrana selectivamente permeable para separar el agua de mar 118 de una solución 120 formada disolviendo una cantidad conocida de cloruro sódico en agua.

Durante el uso, el agua de mar 118 se hace circular a través de la carcasa 110 en un lado de la membrana 116, mientras que la solución 120 de cloruro sódico se hace circular a través de la carcasa 110 en el lado opuesto de la membrana 116. La solución 120 de cloruro sódico en contacto con la membrana 116 tiene una concentración de sal disuelta total (soluto) mayor que el agua de mar 118. De esta manera, el agua fluye del lado del agua de mar de la membrana 116 al lado de la solución de la membrana 116 por ósmosis.

El flujo de agua a través de la membrana 116 diluye la solución 120 de cloruro sódico. Esta solución 120 diluida se introduce en la torre de enfriamiento 114. La torre de enfriamiento 114 contiene un material de relleno poroso, conocido como carga (no mostrado). La solución 120 se introduce en la parte superior de la torre de enfriamiento 114 y gotea hacia abajo a través de la carga mientras que el aire de enfriamiento 126 se sopla a través de la carga, provocando que parte del agua de la solución 120 se evapore. La pérdida de calor por evaporación (enfriamiento evaporativo) reduce la temperatura de la solución restante 120. Sin embargo, la solución restante está más concentrada que la solución que entra en la torre de enfriamiento 114 debido a la pérdida de agua por evaporación.

La solución enfriada 120 se introduce en el cambiador de calor 112. En el cambiador de calor 112, la solución 120 se usa como refrigerante para retirar el calor de una corriente de proceso industrial 124. El calor de la corriente 124 se transfiere a la solución 120 a través de las paredes del cambiador de calor 112. De esta manera, la temperatura de la solución 120 aumenta.

La solución 120 se extrae del cambiador de calor 124 a través de la línea 128 y se reintroduce en el lado de la solución de la membrana 116, en un bucle cerrado. La concentración de la solución 120 en contacto con la membrana 116 es mayor que la del agua de mar 118 en el otro lado de la membrana 116.

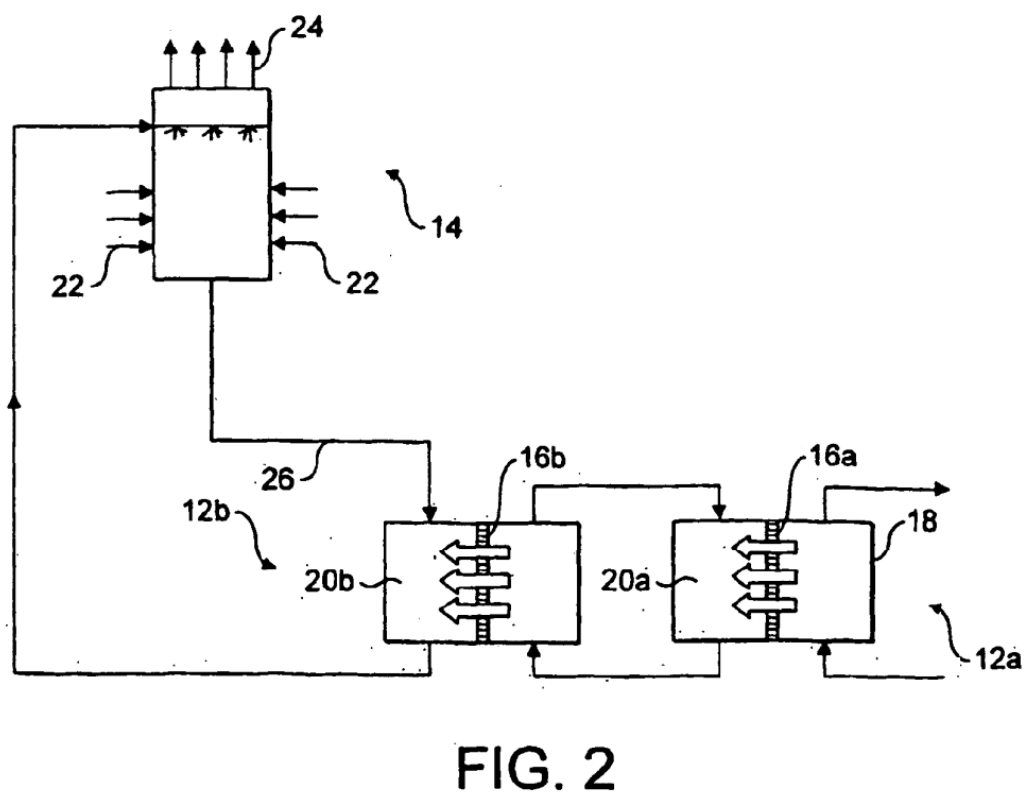
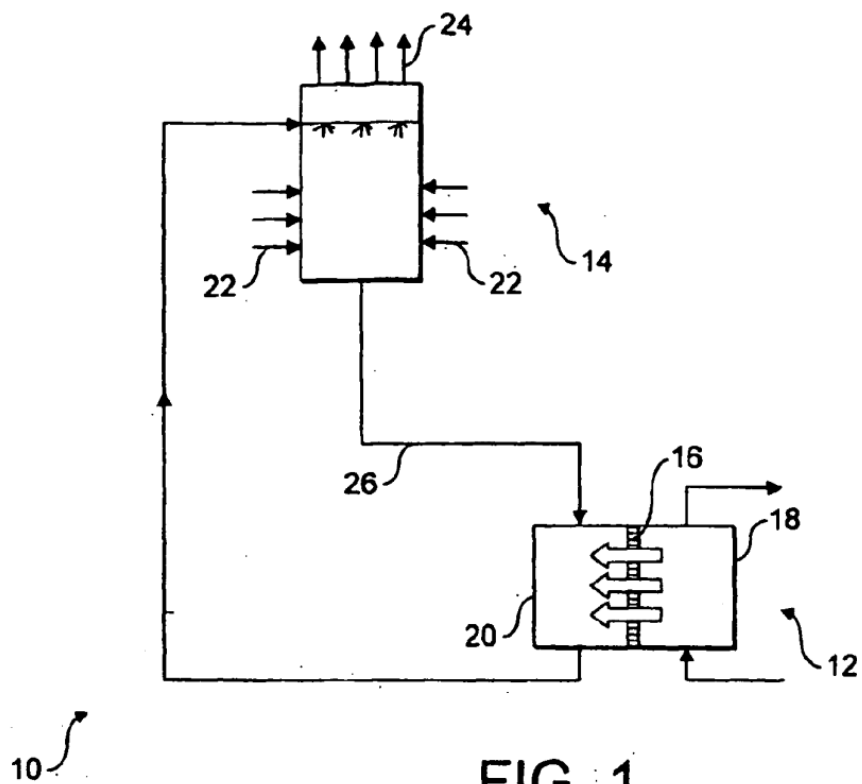
El aparato de la Figura 4 es similar al aparato de la Figura 3. De esta manera, se han usado números similares para designar partes similares. A diferencia del aparato de la Figura 3, la solución 120 de la carcasa 110 se introduce en el cambiador de calor 112 antes de introducirlo en la torre de enfriamiento 114.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para introducir una solución en un aparato de enfriamiento evaporativo, comprendiendo dicho proceso
 - a) colocar una membrana (16) selectivamente permeable entre una primera solución (18) y una segunda solución (20), que tiene una mayor concentración de soluto que la primera solución (18), de manera que el disolvente de la primera solución (18) fluye a través de la membrana (16) selectivamente permeable para diluir la segunda solución,
 - b) introducir la segunda solución (20) en un aparato de enfriamiento evaporativo (14), en el que el disolvente se retira de la segunda solución (20) por evaporación, y
 - c) reciclar la segunda solución (20) de la etapa b) a la etapa a) para extraer el disolvente de la primera solución (18),

caracterizado por que la segunda solución (20) se forma introduciendo, al menos, un soluto en al menos un disolvente;

y la primera solución (18) es agua de mar, agua salobre, agua de río y/o agua residual.
2. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, en la etapa a) la segunda solución (20) se recircula a través de al menos las etapas a) y b) en un bucle cerrado.
3. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1 que, después de la etapa a), comprende d) poner en contacto la segunda solución (20) con una fuente de calor para retirar el calor de la fuente de calor.
4. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 3, en el que en la segunda solución (20) se usa como un refrigerante en un cambiador de calor para retirar el calor de la fuente de calor.
5. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 3 y 4, en el que, en la etapa c), la segunda solución (20) se recircula a través de al menos las etapas a), b) y d) en un bucle cerrado.
6. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en el que la etapa d) se realiza después de la etapa b).
7. Un proceso de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que el aparato de enfriamiento evaporativo (14) comprende un enfriador de aire.
8. Un proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el aparato de enfriamiento evaporativo (14) comprende una torre de enfriamiento.
9. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el soluto introducido en la segunda solución es un soluto soluble en agua.
10. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el soluto introducido en la segunda solución es una sal de amonio, metal alcalino y/o metal alcalinotérreo.
11. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la sal es un fluoruro, cloruro, bromuro, yoduro, sulfato, sulfito, sulfuro, carbonato, bicarbonato, carbamato, hidrogenocarbonato, nitrato, nitrito, nitrato, fosfato, aluminato, borato, bromato, carburo, cloruro, perclorato, hipoclorito, cromato, fluorosilicato, fluorosilicato, fluorosulfato, silicato, cianuro y/o cianato.
12. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que la primera y/o segunda soluciones comprenden aditivos seleccionados entre al menos un inhibidor de incrustación, inhibidor de corrosión, biocida o dispersante.
13. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la presión generada por el flujo de disolventes a través de la membrana en la etapa a) se usa para ayudar en la transferencia de la segunda solución en la etapa b).
14. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa a) se realiza
 - i) colocando una membrana selectivamente permeable entre una primera solución y una segunda solución, que tiene una mayor concentración de soluto que la primera solución, de manera que el disolvente de la primera solución fluye a través de la membrana selectivamente permeable para diluir la segunda solución, y
 - ii) colocando una membrana selectivamente permeable entre la segunda solución diluida y una solución adicional que tiene una mayor concentración de soluto que la segunda solución diluida, de manera que el disolvente de la segunda solución diluida fluye a través de la membrana selectivamente permeable para diluir la solución adicional.



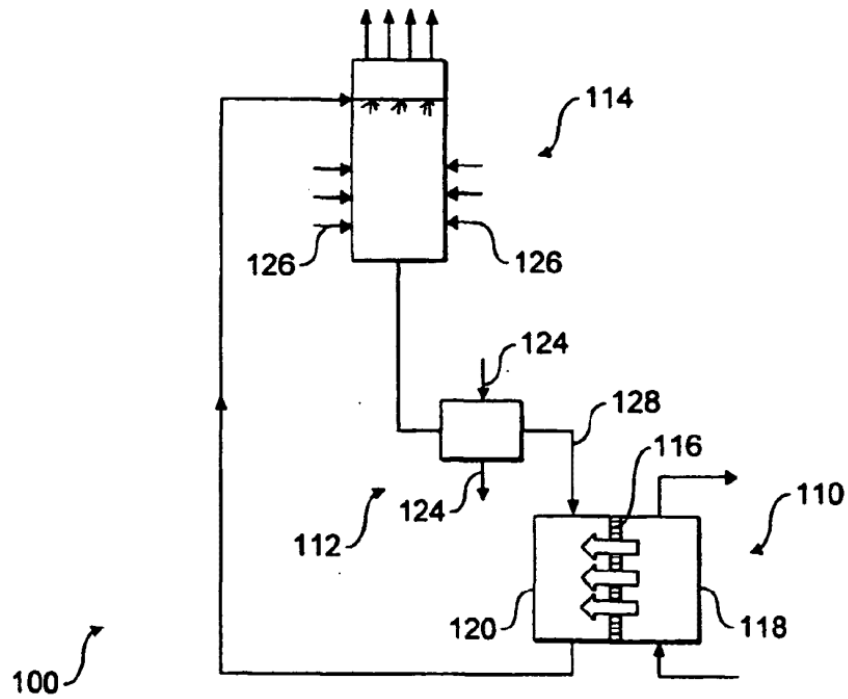


FIG. 3

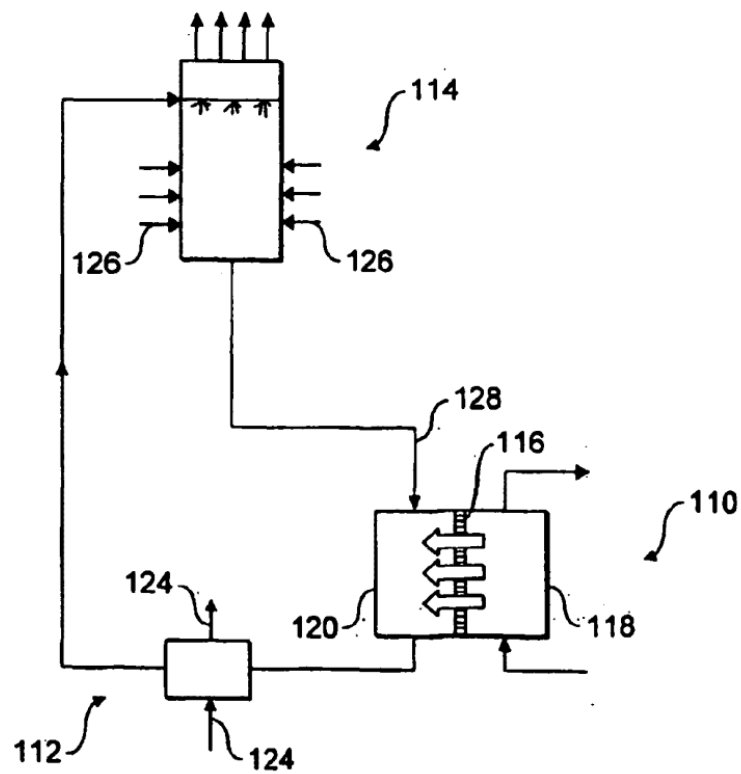


FIG. 4