



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 312 371**

⑤① Int. Cl.:
B01D 61/36 (2006.01)
C10G 33/00 (2006.01)
C10M 175/00 (2006.01)
C10G 31/00 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨⑥ Número de solicitud europea: **00980721 .5**
⑨⑥ Fecha de presentación : **22.11.2000**
⑨⑦ Número de publicación de la solicitud: **1284810**
⑨⑦ Fecha de publicación de la solicitud: **26.02.2003**

⑤④ Título: **Procedimiento y dispositivo para la deshidratación de aceite.**

③⑩ Prioridad: **19.04.2000 US 552369**

④⑤ Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2009

④⑤ Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2009

⑦③ Titular/es: **POROUS MEDIA CORPORATION**
1350 Hammond Road
St. Paul, Minnesota 55110, US

⑦② Inventor/es: **Spearman, Michael, R.;**
Burban, John, H.;
Thundyil, Mathews y
Zia, Majid

⑦④ Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 312 371 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).

ES 2 312 371 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para la deshidratación de aceite.

5 Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

La presente invención se refiere generalmente a la industria de la lubricación y de la hidráulica y, concretamente, a un aparato y a un procedimiento utilizados para la eliminación de agua emulsionada o disuelta libre del aceite.

2. Exposición de la técnica afín

El aceite se utiliza en la lubricación y en sistemas hidráulicos. Se admite generalmente se admite que, en dichos sistemas, la presencia de agua tiene efectos perjudiciales sobre el aceite, sobre los componentes de los sistemas y en la operación de los sistemas. Es bien sabido que, cuando entra contaminación por agua en un sistema de lubricación o hidráulico, se pueden producir corrosión, oxidación del aceite, desgaste y rotura químicos, vida reducida por la fatiga soportada y pérdida de de lubricidad. Estos efectos perjudiciales pueden atribuirse directamente al agua libre presente en forma emulsionada o disuelta.

Consecuentemente, se han realizado esfuerzos significativos para eliminar el agua del aceite de los sistemas de lubricación e hidráulico con el fin de lograr un rendimiento óptimo de dichos sistemas. Los dispositivos y sistemas utilizados para eliminar la contaminación por agua incluyen tanques o depósitos de asentamiento, centrifugadoras, filtros absorbentes de agua y purificadores de aceite mediante deshidratación en vacío. Sin embargo, como se expondrá más adelante, estos dispositivos y sistemas han tenido limitaciones significativas bien en cuanto a las capacidades de eliminación de agua, o en cuanto a la facilidad de operación, costes de capital o costes de operación.

Los tanques de asentamiento eliminan grandes cantidades de agua "libre" del aceite sobre la base de las diferencia de sus densidades y asentamiento gravitatorio. Los tanques de asentamiento para que sean eficaces en eliminación de agua "libre" requieren tiempos de residencia prolongados y una cantidad significativa de de espacio de suelo. Sin embargo, son ineficaces en la separación de emulsiones de agua/aceite y no son capaces de eliminar agua disuelta.

Las centrifugadoras aceleran el asentamiento gravitatorio del agua del aceite aplicando una fuerza centrífuga al fluido que, en efecto, eleva la fuerza gravitatoria. Las centrifugadoras son efectivas en la eliminación de agua libre del aceite. Sin embargo, estas centrifugadoras son generalmente costosas y tienen una capacidad limitada de separación en emulsiones de aceite-agua. No pueden eliminar el agua disuelta en el aceite.

Los filtros absorbentes de agua utilizan medios de filtro especiales que absorben el agua del aceite. A medida que el agua es absorbida, el medio se hincha, el flujo se reduce y aumenta la caída de presión a través del filtro. Cuando la caída de presión alcanza un nivel predeterminado, el filtro absorbente de agua se retira, se elimina y se instala un nuevo filtro. Estos filtros absorbentes de agua son efectivos en la eliminación de agua libre, pero tienen un efecto marginal en la eliminación del agua emulsionada o disuelta en el aceite. Además, los filtros absorbentes de agua tienen una capacidad de agua limitada. Por consiguiente, tienen que ser sustituidos una vez saturados de agua. Consecuentemente, se utilizan típicamente en aplicaciones en las que solamente están presentes microcantidades de agua. En aplicaciones en las que las concentraciones de agua son mayores, el coste de la sustitución continua de filtros absorbentes de agua llega a ser muy elevado.

En la deshidratación de aceite se han utilizado varios tipos de purificadores de aceite por deshidratación en vacío. Estos purificadores operan generalmente bajo el principio de destilación en vacío, transferencia de masa de humedad del aceite al aire seco, o una combinación de ambas.

En la destilación en vacío se aplica vacío para reducir el punto de ebullición del agua. Por ejemplo, aunque el punto de ebullición del agua a una presión barométrica de 1013 mm de H₂O (29,92 pulgadas de Hg) (presión atmosférica normal) es 100°C (212°F), su punto de ebullición a una presión de 100 mm de H₂O (vacío de aproximadamente 26 pulgadas de Hg) es solamente 50°C (122°F). Aplicando un vacío suficiente respecto de la temperatura del aceite, el agua del aceite se evaporará del mismo a una presión menor del aire (vacío), lo que deshidrata el aceite.

Esto se logra, típicamente, haciendo fluir el aceite hacia dentro de un vaso de contacto al que se ha aplicado un vacío por medio de una bomba de vacío. Con el fin de maximizar la velocidad de vaporización del agua en un vaso dado, son preferentes grandes relaciones de área superficial a volumen. Esto se puede lograr haciendo fluir el aceite a través de placas corrugadas, anillos Raschig, descarga en cascada sobre placas, discos giratorios, u otros procedimientos bien conocidos en los campos de la destilación en vacío y de contacto. Normalmente, el aceite entra por la parte superior del vaso de contacto y fluye gravitatoriamente hacia abajo sobre las superficies de contacto, derramándose en películas relativamente finas. El aceite se recoge en la parte inferior de las superficies de contacto desde donde se bombea hacia fuera por medio de una bomba de aceite. Ejemplos de estos procedimientos se revelan en la patente de EE. UU. n.º 4.604.109 de Koslow y en la patente de EE. UU. n.º 5.133.880 de Lundquist, y otros. Se puede añadir calor al aceite para reducir la cantidad de vacío necesario.

ES 2 312 371 T3

El vacío se aplica para reducir el punto de ebullición del agua y para incrementar la velocidad de eliminación del agua. También se puede aplicar calor para incrementar la velocidad de eliminación del agua. Sin embargo, se debe tener un gran cuidado de no aplicar demasiado calor y/o vacío porque al reducirse demasiado el peso molecular de los hidrocarburos del aceite también estos se vaporizan cuando se incrementa la temperatura y/o el vacío hasta niveles por debajo de sus puntos de ebullición. Se debe entender que también se eliminará todo líquido con un punto de ebullición inferior al del agua. Esto puede ser deseable o no dependiendo de de la aplicación.

Los sistemas basados en la transferencia de masa utilizan vasos de contacto similares. Sin embargo, en vez de basarse en la destilación para la eliminación del agua, se hace pasar continuamente aire o gas seco contracorriente hacia arriba a través del aceite que fluye hacia abajo. Las moléculas de agua presentes en el aceite se desplazarán a través de un gradiente de concentración hacia el interior del aire relativamente más seco. El aire ahora húmedo es extraído del vaso de contacto por una bomba de vacío o soplante y expelido a la atmósfera. No es necesario calentar el aceite por encima del punto de ebullición del agua para no vaporizar el agua. Por consiguiente, con un sistema basado en la transferencia de masa se puede utilizar menos calor y/o vacío que en los sistemas de destilación en vacío.

Aunque los sistemas de destilación en vacío y de transferencia de masa eliminan el agua emulsionada o disuelta, presentan varios inconvenientes que han prevenido su utilización generalizada.

En ambos sistemas, se utilizan controles del nivel del líquido dentro del vaso para asegurar que el nivel del líquido no llegue a ser tan bajo que la bomba de aceite funcione en seco. Los controles del nivel del líquido funcionan también para asegurar que el nivel del aceite no llegue a ser tan alto que el vaso de vacío se llene de aceite. Esto reduciría o eliminaría la eficacia de la eliminación del agua del vaso e, incluso, conduciría al llenado totalmente con aceite del vaso y a la inundación de la bomba de vacío.

Los purificadores de vacío también se ven sometidos a la formación de espuma dentro de los vasos a medida que el agua se vaporiza dentro del aceite. Esta espuma tiene un peso específico inferior al del aceite y puede dar lugar al malfuncionamiento de los controles de los niveles de líquido y a la pérdida de rendimiento del purificador.

Debido a la naturaleza intrínseca del uso de calentadores, controles, bombas, etc., los purificadores son piezas de equipo relativamente complejas. Además, el tipo de superficie de contacto utilizado, la viscosidad del aceite y el caudal del aire, limitan el caudal a través de los vasos de contacto. Normalmente, esto da lugar al uso de vasos relativamente grandes en comparación con la cantidad de flujo. El sistema, con sus superficies de contacto y todas las bombas de aceite, bombas de vacío, calentadores, controles, paneles y conexiones eléctricos, llega a ser considerablemente grande y costoso. Debido al número de componentes y a la complejidad de estos sistemas, los costes de mantenimiento y operación también son normalmente considerablemente altos.

Gracias a la capacidad para eliminar agua libre emulsionada o disuelta del aceite, los purificadores de aceite por deshidratación en vacío han llegado a ser el procedimiento deseado para eliminar agua del aceite.

Sin embargo, los inconvenientes asociados con los purificadores de aceite en vacío han impedido que estos purificadores se utilicen ampliamente y/o que no sean prácticos en comparación con la mayoría de los sistemas de lubricación o hidráulicos. Debido a su tamaño y costes relativamente grandes, se limitan a aplicaciones fijas no móviles, y no son prácticos para su uso sobre equipos móviles.

Debido a su alto coste de capital, típicamente no se instalan permanentemente en sistemas salvo que sean sistemas de lubricación o hidráulicos costosos relativamente grandes. En vez de eso, son compartidos normalmente por varios sistemas usando uno para purificar el aceite de una máquina o depósito durante un periodo de tiempo y, seguidamente, pasarlo a otra máquina, etc. Sin embargo, cuando el purificador se utiliza de esta manera, el aceite de las máquinas no conectadas al purificador puede llegar a contaminarse con agua. Este aceite permanecerá contaminado hasta que el purificador pueda ser reconectado a las mismas y el aceite deshidratado de nuevo.

Se han utilizado sistemas basados en membrana para eliminar agua de sistemas orgánicos. Sin embargo, se debe admitir que la presencia bien de poros o de otros defectos en una membrana utilizada para este fin puede dar lugar a la filtración hidráulica del aceite hasta el lado de filtración. Esta situación dará lugar a la pérdida de aceite. También permitirá que el aceite no volátil recubra el lado de filtración de la membrana, lo que contamina la membrana y reduce su efectividad en la filtración de agua.

La patente de EE. UU. N°. 4.857.081 de Taylor revela un procedimiento de deshidratación de hidrocarburos o hidrocarburos halogenados gases o líquidos. Este procedimiento se basa en una membrana de celulosa cuproamónica regenerada. Los expertos en la técnica saben que las membranas de celulosa cuproamónica regenerada tienen una estructura de pasadizos o poros conectados entre sí (Patente de EE. UU. n°. 3.888.771 de Isuge y otros). Se dice que estas membranas tienen también una distribución de poros del orden de 10-90 Å, con una media de 30 Å (Patente de EE. UU. n°. 3.888.771 de Isuge y otros, Patente de EE. UU. n°. 5.192.440 de Sengbusch). El mecanismo para la separación del agua de la fase de líquido orgánico a través de esta celulosa cuproamónica regenerada es el de diálisis. Las especies penetrantes penetran en la membrana como un líquido. Dado que la membrana tiene poros, permite la filtración hidráulica a su través. Las especies solubles en agua pueden filtrar a su través también. Esto excluye su utilidad en la deshidratación de aceite, ya que el aceite tendrá siempre una solubilidad en agua finita. Además, la estructura molecular de las membranas de celulosa regenerada se mantiene por la presencia de humedad. Si se utiliza

ES 2 312 371 T3

dicha membrana para deshidratar un sistema cerrado, la humedad de la membrana se eliminará con el tiempo dando lugar a defectos mayores que dan lugar al transporte hidráulico del aceite a través de la membrana.

5 La patente de EE. UU. n.º 5.182.022 de Pasternak y otros revela un procedimiento de pervaporización para la deshidratación de glicol de etileno. El glicol de etileno es totalmente miscible con agua, y es característico de aplicaciones de pervaporización en las que las mezclas a separar son totalmente miscibles. La membrana de resina de polietileno sulfonatado utilizada permite filtrar cantidades sustanciales de glicol de etileno. Para los expertos en la técnica será evidente que la filtración de dichas cantidades de glicol de etileno se debe a la presencia de defectos en la capa de discriminación. La invención no requiere una capa de discriminación sin defectos porque la pérdida de la fase no acuosa es tolerable. No es este el caso de la deshidratación de aceite en un sistema de lubricación e hidráulico.

15 La patente de EE. UU. n.º 5.552.023 transferida a Zhou revela una técnica de destilación con membrana para la deshidratación de glicol de etileno. En este procedimiento se emplea una membrana porosa. Esta carece de atractivo para la deshidratación de aceites debido a la probabilidad de que el soporte poroso se humedezca y a la filtración hidráulicamente de los fluidos.

20 En la patente de EE. UU. n.º 6.001.257 de Bratton y otros se revela una membrana de zeolita que carece sustancialmente de defectos para la deshidratación de varios líquidos. Dicha membrana no se puede usar para la deshidratación de aceites por la presencia de defectos que pueden dar lugar a la filtración hidráulica del aceite hacia el lado de filtración.

25 En la patente de EE. UU. n.º 5.464.540 de Friesen se revela un procedimiento para la eliminación de un componente de una mezcla de alimentación líquida por medio del procedimiento de pervaporización. La corriente de barrido de la patente de Friesen y otros se compone de un componente de la corriente de alimentación que no se va a eliminar y se introduce en el módulo como un vapor. En la columna 5, líneas 8 a 13, Friesen y otros postulan que el procedimiento se puede utilizar para deshidratar aceites tales como el aceite de sésamo y el aceite de maíz. Sin embargo, en los ejemplos presentados en la patente, Friesen y otros solamente presentan datos de la realización de deshidrataciones de compuestos orgánicos de alta volatilidad, mucho más que de aceite de sésamo y aceite de maíz. Concretamente, Friesen presenta ejemplos de la deshidratación de acetona, tolueno y etanol. Consecuentemente, es evidente que Friesen no admite ni enseña la necesidad de una membrana no porosa sin defectos (como se describe en la presente más adelante) para la deshidratación de estos tipos de aceites. Los expertos en la técnica también cuestionan la posibilidad de proveer una corriente de barrido de vapor de aceite de sésamo o de aceite de maíz.

35 La patente de EE. UU. n.º 5.049.259 describe un procedimiento de pervaporización para la eliminación de agua de carbonos utilizando una membrana que comprende una capa de discriminación sustancialmente homogénea y continua. Además, la capa de discriminación no debe ser tan fina como para contener defectos sustanciales que interrumpan la continuidad de la capa de discriminación de manera que no se pueda lograr la separación entre componentes. Los ejemplos 1, 2 y 3 ponen de manifiesto el uso de la membrana para eliminar agua de una corriente de hexano húmeda. Se debe advertir que el hexano tiene una presión de vapor alta y es totalmente volátil. Los resultados dados en las Tablas 1 y 2 dan cuantitativamente la concentración de agua en el hexano en la entrada y en la salida. En el Ejemplo 4, donde el medio de deshidratación era un líquido, glicol de etileno, se informa que el glicol de etileno ha aparecido en el producto de hexano. Esto fue atribuido a la filtración a través de la membrana o fuga a través del tubo ligero de lámina (columna 7, líneas 9-10).

45 La presente invención se refiere a un sistema basado en membrana que elimina del aceite agua libre emulsionada o disuelta. La presente invención posibilita además una capa, o membrana, de discriminación sin defectos que no permite la filtración hidráulica de aceite a su través, restringiendo la filtración al transporte a través de la capa de discriminación. La invención posibilita además la eliminación de vapores que penetran a través de la capa de discriminación. De esta manera, la presente invención provee un aparato y un procedimiento para separar más eficientemente agua libre emulsionada o disuelta del aceite.

Sumario de la invención

55 La invención está definida por un procedimiento que comprende las características de la reivindicación 1 y por un dispositivo que comprende las características de la reivindicación 57, respectivamente. Las realizaciones preferentes de este procedimiento y de este dispositivo se presentan en las respectivas reivindicaciones dependientes.

60 La presente invención provee un procedimiento para la eliminación de agua libre emulsionada o disuelta de aceites. Este procedimiento es tal que se puede usar sobre un equipo móvil mientras que está en operación y en movimiento, así como sobre equipos y procedimientos estáticos. La operación de este procedimiento es simple, mientras que el equipo en cuestión es pequeño y compacto que lo hacen práctico y económico en sistemas de todos los tamaños.

65 Concretamente, la invención se refiere al procedimiento de uso de una membrana para eliminar agua selectivamente de aceites. Más concretamente, el procedimiento consta de la eliminación de agua de la corriente de aceite en consideración contactando el aceite con un lado ("lado de alimentación") de una membrana semipermeable. La membrana divide una cámara de separación en un lado de alimentación en el que se introduce el aceite, y un lado de filtración del que se elimina el agua. El lado de filtración se mantiene con agua a una presión parcial mediante la

ES 2 312 371 T3

presencia de vacío o mediante el uso de un gas de barrido. El agua del aceite puede estar bien en forma disuelta o, como fase separada, bien emulsionada, dispersa o "libre". El material de la membrana es de compatibilidad química adecuada con el aceite, mientras que permite selectivamente el transporte de agua a su través.

5 Por lo tanto, uno de los objetivos de la presente invención es superar los inconvenientes de las técnicas de deshidratación de aceite convencionales, y proveer un aparato y un procedimiento nuevos para la deshidratación de aceita que supere estas limitaciones.

10 Otro objetivo de esta invención es proveer un deshidratador de aceite que elimina el agua libre emulsionada o disuelta de aceitas.

Otro objetivo más de la presente invención es proveer un deshidratador de aceite que de operación sencilla.

15 Otro objetivo de la presente invención es proveer un deshidratador de aceite que es relativamente pequeño y compacto.

Otro objetivo más de la presente invención es proveer un deshidratador de aceite que sea económico.

20 Otro objetivo de la presente invención es proveer un deshidratador de aceite que sea de uso práctico en sistemas pequeños y grandes.

Otro objetivo más de la presente invención es proveer un deshidratador de aceite que se pueda usar sobre un equipo móvil mientras que está en operación y en movimiento.

25 Otros objetivos y ventajas de la presente invención se harán evidentes tras la siguiente descripción y reivindicaciones adjuntas, haciéndose referencia a los dibujos que se acompañan que forman parte de la especificación, en los que los numerales de referencia similares designan partes que se corresponden en las diferentes vistas.

30 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista en perspectiva de una construcción de membrana utilizada en esta invención.

35 La figura 2 es una vista en perspectiva de una modificación de una membrana útil para la presente invención.

La figura 3 es una vista en perspectiva de otra modificación de una membrana útil para la presente invención.

40 La figura 4A es una vista en planta de una pluralidad de membranas de fibra hueca, como las mostradas en la figura 3, tejidas en una estera.

La figura 4B es una vista en sección transversal, tomada en la dirección de las flechas, a lo largo de la línea B-B de sección de la figura 4A.

45 La figura 4C es un diagrama esquemático de la estera mostrada en la figura 4B después de ser enrollada espiralmente.

La figura 4D es una vista en perspectiva de dos construcciones de membrana semipermeable de fibra hueca, tales como las ilustradas en la figura 3, después de ser enrolladas helicoidalmente.

50 La figura 5 es una vista esquemática de la construcción mostrada en la figura 1 después de ser enrollada espiralmente.

55 La figura 6 es una vista esquemática de un procedimiento de separación de membrana ejemplar que realiza la presente invención, en el que el agua es eliminada por medio de una bomba de vacío.

La figura 7 es una vista esquemática de una modificación del procedimiento de separación mostrado en la figura 6, en el que el agua es eliminada por medio de una corriente de gas de barrido.

60 La figura 8 es una vista esquemática de otra modificación del procedimiento de separación mostrado en la figura 6, en el que la membrana está protegida de los contaminantes de la corriente de alimentación por medio de un filtro situado corriente arriba.

65 La figura 9 es una vista en alzado de un dispositivo de membrana de fibras huecas que realiza la construcción de la presente invención, en el que la alimentación fluye por el interior de las fibras.

La figura 10 es una vista en alzado de un dispositivo de membrana de fibras huecas que realiza la construcción de la presente invención, en el que la alimentación fluye por el lado exterior de las fibras.

ES 2 312 371 T3

La figura 11 es una vista en alzado de un dispositivo de membrana de fibras huecas que realiza la construcción de la presente invención, en el que la alimentación fluye por el lado exterior de las fibras y el agua es eliminada contracorriente del aceite que sale. El aceite es extraído por medio de un núcleo perforado.

5 La figura 12 es una vista en alzado de un dispositivo de membrana de fibras huecas que realiza la presente invención, en el que el agua es eliminada por medio de un gas de barrido.

10 Descripción detallada de la invención

10 Se debe entender que los dispositivos y procedimientos concretos ilustrados en los dibujos adjuntos y descritos en la siguiente descripción, son realizaciones ejemplares de los conceptos de la invención definidos en las reivindicaciones adjuntas. Por lo tanto, las dimensiones citadas y otras características físicas relativas a las realizaciones reveladas en la presente no se deben considerar como limitativas, salvo lo manifestado expresamente en otro sentido en las reivindicaciones.

15 Antes de describir la realización preferente de la invención, se incorporan a la presente como si estuvieran escritas totalmente las páginas 3-15 del Manual de Membranas, publicado por Van Nostrand Reinhold, 1992 y las páginas 56-61 del Manual de Membranas Industriales, Primera Edición, 1995.

20 De acuerdo con la presente invención, existe un aparato y un procedimiento útiles en la eliminación por discriminación de agua del aceite.

25 Más concretamente, el procedimiento de deshidratación de aceite consta de las siguientes etapas: contacto de un lado de una membrana semipermeable con una corriente líquida que contiene al menos aceite y agua, en el que la membrana divide una cámara de separación en un lado de alimentación, en el que se introduce la mezcla líquida de alimentación, y un lado de filtración, del que se retira el agua; mantenimiento de un gradiente potencial químico parcial del agua de manera tal que el agua penetra preferentemente a través de la membrana desde el lado de alimentación al lado de filtración, eliminación del agua que ha penetrado; y extracción del lado de alimentación de la membrana del aceite que está deshidratado. El término “gradiente potencial químico” se puede denominar también “gradiente de actividad” o “gradiente potencial parcial”. El término “gradiente de presión parcial” implica la diferencia entre la presión del vapor de agua sobre el lado de filtración y la presión del vapor de agua de equilibrio correspondiente a la concentración del agua en el aceite.

35 El dispositivo de deshidratación de aceite consta de un vaso que contiene al menos una membrana semipermeable no porosa interpuesta en dicho vaso de manera tal que divide el interior del vaso en al menos un espacio del lado de alimentación, y un espacio de filtración; al menos una abertura de entrada al espacio de alimentación; al menos una abertura de salida del espacio de alimentación; y al menos una abertura de salida del espacio de filtración. Dicho aparato permitiría fluir la mezcla de aceite-agua a través de la abertura de entrada, y contacto con al menos un lado de la membrana semipermeable; mantenimiento de un gradiente de potencial químico del agua de manera tal que el agua preferentemente penetre a través de la membrana desde el lado de alimentación al lado de filtración; eliminación, del lado de filtración, del agua que ha penetrado a través de la abertura de salida; y extracción del lado de alimentación de la membrana del aceite que está deshidratado, a través de la abertura de salida.

45 La membrana puede tener cualquier forma o configuración en tanto que presente una superficie de separación adecuada. Los ejemplos normales de esto incluyen películas aisladas, fibras huecas, láminas compuestas y fibras huecas compuestas. Las membranas de fibras huecas pueden estar puestas o de otro modo dispuestas de manera que las fibras sean nominalmente paralelas entre sí. Las fibras de la membrana de fibras huecas compuestas pueden estar enrolladas helicoidalmente o retorcidas. Alternativamente, las fibras pueden estar también tejidas en una estera. En el caso de una membrana compuesta de láminas o esteras lisas de fibras, las láminas o esteras pueden estar enrolladas espiralmente. Además, las láminas o esteras pueden estar separadas por espaciadores.

50 La membrana utilizada está hecha, al menos en parte, de una capa fina de discriminación, no porosa, densa, sin defectos (el término “capa de discriminación” también se puede denominar “capa exterior”) y una estructura de soporte. En una realización alternativa la capa puede ser autónoma; sin embargo, esto no es necesario en la práctica de la invención. Para los expertos en la técnica, es evidente que las capas de discriminación no porosas densas pueden tener defectos en la capa de discriminación. Cuando se usa dicha capa de discriminación para separar una mezcla de gases, o de líquidos, puede producirse el transporte no discriminatorio a través de dichos defectos. En el caso de dicha capa de discriminación utilizada para separar una mezcla de gases, el transporte a través de la capa de discriminación se produce por “difusión de solución”, mientras que el transporte a través de los defectos se produce por difusión de Knudsen. Esto ha sido documentado por Clausi (1998). Cuando dicha capa de discriminación se utiliza para separar una mezcla de líquidos, a través de dichos defectos se producirá transporte hidráulico no discriminatorio. La filtración hidráulica a través de estos defectos dará lugar a una filtración de líquido al lado de filtración de la membrana.

65 En el ejemplo concreto de la deshidratación de aceite, la filtración hidráulica de aceite al lado de filtración dará lugar a la pérdida de aceite del sistema, quedando el deshidratador no viable comercialmente y dará lugar a la contaminación del lado de filtración de la membrana. Si la capa de discriminación está apoyada sobre el lado de filtración, el aceite que penetró hidráulicamente llenará el soporte poroso y contaminará la membrana que presentará resistencia al transporte

de agua. Además, dado que el aceite no es probable que se evapore, ni que se evapore más rápidamente que la velocidad de filtración hidráulica a través de los defectos, la presencia de defectos contaminará irreversiblemente la membrana y reducirá la velocidad de deshidratación. Además, si la membrana no está totalmente libre de defectos, el barrido que se puede utilizar sobre el lado de filtración para eliminar la humedad puede quedar ocluido en el aceite. Esto puede crear espuma en el aceite y, por ello, es indeseable.

El mecanismo de transporte a través de dicha capa de discriminación no porosa, densa y sin defectos es por medio de “difusión de solución”. Para los expertos en la técnica, el término “difusión de solución” implica la disolución de especies penetrantes en la capa de discriminación, seguida por la difusión a través de la capa de discriminación, seguida por la desorción sobre la cara de filtración de la capa de discriminación. El aceite y el agua salen en la fase líquida sobre el lado de alimentación de la membrana, las especies que han penetrado se eliminan de la cara de filtración de la capa de discriminación en la fase de vapor o de gas. Si la capa de discriminación contiene cualquier defecto, la filtración hidráulica se producirá a través de la capa de discriminación resultante del transporte de líquidos al lado de filtración. Como se describió anteriormente, esta situación contaminará la membrana y dará lugar a la pérdida de aceite del sistema, conduciendo ambos a un producto no viable comercialmente.

La pervaporización implica, para los expertos en la técnica, la separación de una mezcla de líquidos que son totalmente miscibles a través de una capa de discriminación no porosa y densa. Además, la pervaporización implica que los componentes penetran a través de la capa de discriminación a una velocidad finita y son eliminados sobre el lado de filtración en forma de vapor. Además, en el caso de la deshidratación por pervaporización, si la capa de discriminación tiene defectos, el transporte hidráulico de la fase no acuosa al lado de filtración no es catastrófico. Esto se debe a que la fase no acuosa tiene una presión de vapor alta y se evapora fácilmente. Este es el caso incluso de los componentes de baja volatilidad tales como el glicol de etileno que, cuando se mezclan con agua, presentan un comportamiento significativamente no ideal comparado con el componente puro.

Las membranas porosas, como las utilizadas en microfiltración, ultrafiltración y diálisis, no son adecuadas, ya que el fluido de baja volatilidad filtraría en los poros y contaminaría la membrana.

Las películas poliméricas no porosas o las membranas asimétricas con capas de discriminación, o capas exteriores, relativamente densas sobre una o ambas superficies de la estructura de soporte están incluidas entre las membranas adecuadas. Las membranas no porosas densas están hechas bien por “inversión de fase”, o por “moldeo de solución”. En el caso de la inversión de fase, se fuerza un sistema de polímero solvente no solvente para que precipite por evaporación del solvente, extracción del solvente, o introducción de no solvente en el sistema. La inversión de fase da lugar a una matriz polimérica porosa no homogénea que puede ser o no ser simétrica, y que puede tener o no tener una región de polímero no poroso denso. Una capa de discriminación no porosa densa puede estar formada por separación de fases eligiendo adecuadamente los sistemas de solvente no solvente y los sistemas de precipitación. En el caso de moldeo de solución, se permite un sistema de polímero solvente adecuado para la gelificación y, seguidamente, el secado. Los polímeros para el moldeo de solución típicamente no son porosos y son películas homogéneas. En ambos casos, la película densa no porosa puede estar formada sobre otra estructura de soporte. La capa de discriminación densa no porosa formada por ambos procedimientos es probable que tengan defectos (Patente de EE. UU. n.º 4.230.463). Los procedimientos de tratamiento posterior de estas capas de discriminación para reducir sustancialmente los defectos también han sido objeto de informe (Hernis, J. y Tripodi, M. Composite Hollow Fibre Membranes for Gas Separation: The Resistance Model Approach”, J. Mem. Sci (8) 233-245 (1981)). De acuerdo con la invención, el procedimiento para reducir estos defectos implica el recubrimiento repetidamente de la membrana defectuosa hasta la eliminación de todos los defectos. El recubrimiento secundario puede estar basado en el mismo polímero que la capa original, o estar basado en un polímero diferente.

Una capa de discriminación no porosa, densa y sin defectos se puede formar por moldeo en solución de una película polimérica homogénea suficientemente gruesa. Se ha demostrado también se pueden formar capas de discriminación ultrafinas no porosas densas y sin defectos (Pfromm, P.H. “Gas Transport Properties and Aging of Thin and Thick Films Made from Amorphous Glassy polymers” Tesis, Universidad of Texas (1994)).

Las características del transporte de gases permanentes a través de una película polimérica homogénea, no porosa, densa y sin defectos son consideradas por los expertos en la técnica propiedades intrínsecas del polímero (Clausi, 1998 US-A-4 902 422). La permeabilidad intrínseca, por ejemplo, del polímero es independiente del espesor de la capa de discriminación. Si dicha capa de discriminación se utiliza para separar una mezcla de gases, y la capa es una película en estado libre, o un compuesto sobre un soporte con resistencia al transporte inapreciable en comparación con la capa de discriminación, la relación de las permeabilidades de la mezcla concreta es también una propiedad intrínseca del polímero en las condiciones especificadas. Esta relación se denomina selectividad intrínseca del polímero para los componentes gaseosos especificados.

Si la capa de discriminación no porosa densa no presente la selectividad “intrínseca” para una determinada combinación de gases, es probable que esta capa de discriminación contenga defectos. Esto se debe a que los defectos permiten el transporte no discriminatorio de los componentes a separar. Esta técnica la utilizan normalmente los expertos en la técnica para determinar la presencia de defectos en las capas de discriminación, cuando el soporte poroso presenta una resistencia al flujo inapreciable (Clausi, 1998; Patente de EE. UU. n.º 4.902.422). Esta técnica se puede utilizar para determinar la presencia o ausencia de defectos independientemente del mecanismo de formación de la capa de discriminación. Si se verifica que la capa de discriminación carece de defectos, no se permitirá el transporte no

ES 2 312 371 T3

discriminatorio de gases ni líquidos, y en el caso de filtración de líquido, las especies impregnantes serán desorbidas de la membrana en forma de vapor.

5 La membrana compuesta tiene una capa densa que está unida a la estructura de soporte. Estas películas, fibras o láminas compuestas pueden ser porosas o no porosas. Preferiblemente, las láminas son lisas, aunque esto no se requiere para la práctica de la invención. Estas fibras, películas o láminas pueden estar puestas sobre uno o más lados para separar la alimentación del espacio de filtración. La capa de discriminación de dicha membrana puede ser idéntica a o diferente de la estructura de soporte que puede estar compuesta de polímero poroso orgánico o inorgánico, cerámica o vidrio. La realización preferente sería una lámina compuesta o fibra hueca compuesta con una capa de discriminación fina no porosa, densa de polímero sobre una o ambas caras del soporte. En el caso de una membrana simétrica o asimétrica, el líquido puede contactar con la membrana en cualquier lado, aunque la realización preferente sería la que minimice la capa límite en el lado de alimentación. La invención se puede practicar también formando la capa no porosa densa como un componente (parte compuesta de a.k.a.) de la membrana. La capa no porosa densa puede estar formada en un momento diferente que la estructura de soporte. En este caso, la capa no porosa densa se une seguidamente a la estructura de soporte.

20 La estructura de soporte puede ser porosa o no porosa. La capa exterior no porosa densa, o la estructura de soporte, puede ser de naturaleza polimérica. La capa exterior no porosa densa, o la estructura de soporte, puede ser polimérica inorgánica u orgánica. El polímero puede ser un polímero lineal, un polímero ramificado, un polímero degradado, un polímero ciclolineal, un polímero escalonado, un polímero ciclomatricial, un copolímero, un terpolímero, un polímero injertado, o una mezcla de los mismos.

25 El aceite puede empapar la estructura de soporte porosa. Alternativamente, la estructura de soporte porosa puede ser tratada para que el aceite empape la estructura. Sin embargo, esto no es necesario para practicar la invención. La invención se puede practicar aún cuando la estructura de soporte porosa no se empape con el aceite. Además, la invención se puede practicar aún cuando la estructura de soporte porosa esté tratada para que la estructura no se empape con el aceite. Preferiblemente, la estructura de soporte porosa es de una naturaleza tal que el aceite no empapa la estructura.

30 En la situación en el que la membrana consta de una capa no porosa densa, o capa exterior, sobre un solo lado, la presencia de defectos en la capa no porosa densa puede dar lugar al paso de aceite. Si el aceite penetra a través de la membrana se puede evaporar a una velocidad menor que el agua, o no evaporarse en absoluto, contaminando de esta manera la membrana y reduciendo las velocidades de deshidratación. Consecuentemente, la realización preferente sería la que tenga una capa de discriminación, o capa exterior, no porosa, densa y sin defectos, sobre uno o ambos lados de la estructura de soporte porosa. Un ventaja de la capa de discriminación no porosa, densa y sin defectos es que el aceite no puede filtrar hidráulicamente a través de los defectos de la capa de discriminación. Una ventaja de una capa de discriminación no porosa, densa y sin defectos sobre ambos lados de la estructura porosa es que el potencial del transporte hidráulico del aceite se reduce más.

40 En el caso de las fibras huecas, la alimentación puede contactar con la membrana en el interior de las fibras, o en el exterior de las fibras. La realización preferente sería aquella en el que el líquido se introduzca sobre el exterior para permitir una menor caída de la presión de operación.

45 La capa de discriminación, o capa exterior, puede estar compuesta de cualquier familia de polímeros que sea compatible químicamente con la alimentación siempre y cuando la capa densa no porosa no permita el transporte de aceite en cantidades sustanciales. La capa densa no porosa puede estar compuesta de polímeros que incluyan, pero no limitados a, polímeros tales como polimidas, polisulfones, policarbonatos, poliésteres, poliamidas, poliureas, poli(eter-amidas), Teflón amorfo, poliorganosilanos, celulosas con alquil y poliolefinas.

50 La membrana puede contactar con el líquido en una configuración de contracorriente, corrientes paralelas, flujo transversal, o flujo transversal radial. El flujo puede ser tal que cualquiera, ninguna o ambas corrientes (es decir, alimentación y filtración) se mezclan bien o no se mezclan. Preferiblemente, la corriente de alimentación se mezcla bien.

55 La corriente líquida que contiene el aceite y el agua se puede introducir en el vaso para contactar con la capa no porosa, densa y sin defectos de la membrana. Sin embargo, la operación de la invención no se limita a introducir el líquido en el vaso para contactar con la capa no porosa densa. La invención se puede practicar también introduciendo el líquido en el vaso para contactar con la membrana en el lado sin capa, o capa exterior, no porosa densa.

60 La presión parcial del agua sobre el lado de filtración se puede reducir aplicando vacío, o utilizando un gas de barrido con vapor de agua a baja presión parcial, tal como dióxido de carbono, argón, hidrógeno, helio, nitrógeno, metano o, preferiblemente, aire. El flujo de filtración, incluso el barrido, es preferiblemente en el modo de contracorriente, flujo transversal o flujo transversal radial. La presión de la filtración puede ser igual o menor que la presión de la alimentación.

65 Alternativamente, la presión de la filtración puede ser mayor que la presión de la alimentación. Un ejemplo de cuando la presión de la filtración es mayor que la presión de la alimentación sería cuando la filtración es sustituida por un gas de barrido. El gas de barrido puede estar compuesto de aire o nitrógeno comprimido deshidratado de manera tal

ES 2 312 371 T3

que la presión sobre el lado de filtración sea mayor que la presión sobre el lado de alimentación del vaso. Típicamente, en este escenario, la actividad del agua que se está eliminando de la alimentación es mayor localmente sobre el lado de alimentación que sobre el lado de filtración.

5 En cuanto a la invención de deshidratación de aceite basada en la membrana; es preferible filtrar el fluido entrante. El filtrado se puede utilizar para eliminar materia en partículas o agua en masa contenidas en la corriente. Para filtrar un fluido es adecuada cualquier tipo de técnica conocida. Esta puede prevenir la destrucción de la capa de discriminación por la materia en partículas contenida en esta corriente.

10 En la realización preferente, la membrana consta de fibras huecas con una capa de discriminación densa no porosa y sin defectos sobre uno o ambos lados de la estructura de soporte porosa. En la realización preferente, la capa límite del lado de alimentación se minimiza. Además, en la realización preferente, la caída de presión a través del lado de alimentación se minimiza. El agua que ha penetrado se puede retirar del lado de filtración por medio de vacío o barrido. Esta agua estará en la fase de vapor o gas. El barrido puede ser en forma de gas o líquido. Además, el barrido puede tener una actividad menor en el caso del agua que en el del aceite.

Este dispositivo se puede aplicar en situaciones en las que se utilizan purificadores de vacío y otros deshidratadores convencionales. Este procedimiento o dispositivo se puede utilizar para tratar el aceite en un sistema de “bucle de riñón”, en el que el deshidratador de aceite se conecta a un depósito que es parte del equipo. El aceite se retira del depósito de tratamiento, tratado a través del deshidratador y, seguidamente, se devuelve al depósito. El deshidratador de aceite se puede operar continuamente o intermitentemente mientras que el sistema principal esté en operación. Este dispositivo se puede utilizar también “fuera de línea” para tratar el fluido de un depósito. Este depósito no se conecta a pieza alguna del equipo de operación y sirve de contenedor de acondicionamiento del fluido.

25 Además de las aplicaciones convencionales, este dispositivo se puede utilizar “en línea”. Dado que los espacios de alimentación y de filtración están separados por una barrera no porosa y densa, es posible operar el dispositivo de manera tal que la alimentación y la filtración estén a presiones diferentes. Consecuentemente, el dispositivo se puede operar de manera tal que el aceite esté a la presión del sistema en el que se utiliza. Consecuentemente, esto abre la posibilidad de utilizar “en línea” dicho dispositivo y el tratamiento, que es la realización preferente de esta invención. La necesidad de sistemas “fuera de línea” o de “bucle de riñón” convencionales se reduce y se puede eliminar. Si se es capaz de utilizar la presente invención “en línea” y a la presión del sistema, la invención se puede compactar y aligerar y ser útil virtualmente en todos los equipos hidráulicos o de lubricación. También se puede utilizar en equipos fijos o móviles ya que no son necesarios alimentación eléctrica adicional, bombas ni controles.

35 Con referencia ahora a los dibujos, en los que numerales similares se refieren a los mismos elementos, la figura 1 es una realización en lámina lisa de una membrana 18 semipermeable. La membrana 18 incluye la capa 22 de discriminación o capa exterior y la estructura 24 de soporte. La capa 22 de discriminación o capa exterior puede estar presente sobre uno cualquiera o sobre ambos lados de la estructura 24 de soporte.

40 En la figura 2, dos membranas 18 semipermeables de lámina lisa están separadas por una pluralidad de espaciadores 34 del canal de alimentación. Los espaciadores 34 pueden estar hechos o formados de una variedad de materiales bien conocidos en la técnica, que incluyen compuestos de relleno. Cada membrana 18 tiene una capa 22 exterior y una estructura 24 de soporte. El espaciador 25 de recogida, que está construido para prevenir la mezcla de las corrientes de alimentación y de filtración, está interpuesto entre la membrana 18 y los espaciadores 34. Las membranas 18 están separadas por los espaciadores 34 del canal de alimentación.

En la figura 3 está representada una realización de fibra hueca de la membrana 20 semipermeable. En esta realización, la membrana 20 de fibras huecas incluye la capa 22 de discriminación y la estructura 24 de soporte. La capa de discriminación puede estar en el interior o en el exterior de la fibra, o en ambos lados de la misma.

50 En la figura 4A se muestra una pluralidad de membranas 20 semipermeables de fibras huecas tejidas en una estera 30. En cuanto a la tecnología del tejido, las membranas 20 de fibra hueca constituirían típicamente la trama de la estera 30. Se utiliza un a pluralidad de llenadores 28 para tejer las membranas 20 de fibra hueca a una estera. Los llenadores 28 se utilizan en el sentido tradicional del tejido de esteras o tejidos.

55 En la figura 4B se muestra una vista en sección transversal a lo largo de la línea de sección B-B de la figura Fig. 4A. Los numerales de referencia utilizados en la figura 4B indican los mismos elementos que los identificados anteriormente. Se puede utilizar cualquier tipo de procedimiento de tejido para crear esteras de fibra hueca, siempre que no dañen las fibras.

60 En la figura 4C se muestra la estera 30 enrollada espiralmente. Típicamente, se habrá aplicado un espaciador 34 de canal de alimentación, tal como un compuesto 35 de relleno, cerca de los extremos de la estera, y se habrán llenado los espacios entre las fibras 20 huecas, como se expondrá más adelante

65 En la figura 4D, dos membranas 20 semipermeables de fibra hueca están enrolladas helicoidalmente para formar una “cuerda” 32.

ES 2 312 371 T3

En la figura 5, una membrana 18 semipermeable de lámina lisa está enrollada espiralmente usando configuraciones de enrollado en espiral y técnicas conocidas que permiten un espacio de alimentación y un espacio de filtración en el módulo enrollado en espiral. Antes de enrollar espiralmente la membrana 18, se dispuso un espaciador 34 de canal de alimentación sobre la capa 22 de discriminación. Se puede enrollar espiralmente al mismo tiempo más de una membrana 20 semipermeable de lámina lisa. Típicamente, una pluralidad de membranas 18 semipermeables de lámina lisa se dispondrán horizontalmente conjuntamente. Las membranas 18 pueden o no pueden separarse mediante espaciadores 34. Seguidamente, el conjunto de la pluralidad de membranas 20 de lámina lisa dispuesto horizontalmente se enrolla espiralmente alrededor del núcleo 60 (si se utiliza). Típicamente, el enrollamiento en espiral se enrollaría más apretado, y el espaciador 34 del canal de alimentación contactaría con el espaciador 25 de recogida de filtración.

En la figura 6 se representa la invención con un modo filtración en vacío. Una alimentación 40 que contiene agua se introduce en el lado de alimentación de un vaso 42 con separador de membrana de manera que el aceite contacta eficientemente con la membrana 18. Opcionalmente, la alimentación 40 se puede calentar antes de ponerse en contacto con la membrana 20. El aceite deshidratado se retira del vaso 42 en un flujo saliente 44. La filtración 46 se retira por medio de una bomba 48 de vacío. Opcionalmente, la alimentación 40 puede fluir paralela o perpendicular a la membrana 20 y la filtración 46 puede fluir también paralela o perpendicular a la membrana 20 o cualquier combinación de las mismas. Opcionalmente, se puede calentar el vaso 42.

Evidentemente, el vaso 42 debe estar dimensionado adecuadamente para el caudal deseado de la alimentación 40, para la caída de presión de operación deseada, y para la cantidad de agua a eliminar. La filtración 46 está ilustrada en la configuración de flujo transversal, pero la alimentación 40 y la filtración 46 también pueden fluir en relación entre sí de flujo en contracorriente, flujos paralelos, o flujo transversal radial.

El modo de barrido por gas está ilustrado en las figuras 7 y 8 en las que se muestra una entrada en el lado de filtración de la membrana 20 para un fluido 50 de barrido. La corriente de alimentación se puede filtrar como se muestra en la figura 8 por medio de un filtro 52.

En las figuras 9, 10, 11 y 12 el fluido del lado del perforado de la fibra 20 hueca está separado del fluido del lado de la cubierta por medio de un compuesto 34 de relleno. En la figura 11, el aceite sale por medio de un núcleo 60 perforado. El núcleo 60 perforado es un núcleo perforado convencional con un alojamiento 62 que tiene una sección 64 y una salida 68 perforadas.

La sección perforada incluye una pluralidad de perforaciones 66. La salida 68 está en comunicación con el flujo saliente 44 del vaso 42. Las perforaciones pueden ser de cualquier tamaño o configuración adecuada. El aceite fluye sobre el alojamiento 62 y la sección 64 perforada. El aceite entra en el alojamiento a través de las perforaciones 66. El aceite sale del núcleo 60 perforado a través de la salida 68.

Los términos y expresiones utilizados en la memoria anterior se utilizan como términos de descripción y no de limitación, y no existe intención alguna en el uso de dichos términos y expresiones de excluir los equivalentes de las características mostradas y descritas o partes de las mismas. Se reconoce que el ámbito de la invención está definido y limitado por las reivindicaciones que siguen.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la deshidratación de aceite que comprende las siguientes etapas:

5 poner en contacto un lado de una membrana (18, 20) no porosa, semipermeable, densa y sin defectos con una corriente (40) líquida que contiene al menos agua y aceite;

10 en el que la membrana (18, 20) divide una cámara (42) de separación en un lado de alimentación, en el que se introduce la corriente líquida, y un lado de filtración, del que se retira el agua;

mantenimiento de un diferencial de presión parcial del agua, de manera tal que el agua penetre a través de la membrana (18, 20) desde el lado de alimentación al lado de filtración; el aceite retira el agua que se ha filtrado desde el lado de filtración; y

15 extracción del aceite deshidratado del lado de alimentación de la membrana (18, 20),

caracterizado porque

20 la membrana (18, 20) no tiene defectos que permitirían la filtración de agua desde el lado de alimentación al lado de filtración por un mecanismo distinto al de difusión de solución en forma de vapor, en el que la membrana (18, 20) experimenta un tratamiento posterior que implica el recubrimiento repetidamente de una membrana defectuosa hasta que todos los defectos son eliminados y el aceite no puede filtrar hidráulicamente al lado de filtración.

25 2. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (20) es una parte compuesta de una fibra hueca en el que una capa de discriminación no porosa, densa y sin defectos se apoya sobre un soporte poroso;

la capa de discriminación y el soporte poroso son de naturaleza polimérica; y

30 el vapor de agua que ha penetrado desde el lado de filtración es eliminado con una corriente de gas de barrido o con vacío.

35 3. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que hay agua presente en el aceite en forma disuelta, dispersa o emulsionada, o como una fase separada.

4. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (18) consta de una capa densa no porosa y autónoma.

40 5. El procedimiento definido en la reivindicación 2, en el que la membrana (20) consta de una o más capas densas no porosas sobre una fibra hueca porosa o no porosa.

6. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (18) consta de una o más capas densas no porosas sobre una lámina lisa porosa o no porosa.

45 7. El procedimiento definido en la reivindicación 2, en el que la membrana (20) incluye una capa no porosa densa como parte integral de una fibra hueca, formándose la capa no porosa densa al mismo tiempo que una estructura de soporte en la fibra hueca.

50 8. El procedimiento definido en la reivindicación 2, en el que la membrana (20) incluye una capa densa no porosa como una parte compuesta de una capa densa no porosa de una fibra hueca, formándose la capa densa no porosa en un momento diferente que una estructura de soporte en la fibra hueca.

55 9. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (18) incluye una capa densa no porosa como una parte compuesta de una lámina lisa, formándose la capa densa no porosa en un momento diferente que una estructura de soporte en la lámina lisa.

10. El procedimiento definido en la reivindicación 2, en el que la membrana (20) incluye una estructura de soporte en una fibra hueca, teniendo la fibra hueca una capa densa no porosa en una de las caras de taladro o exterior.

60 11. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (18) incluye una estructura de soporte en una lámina lisa, teniendo la lámina lisa una capa densa no porosa sobre uno de sus lados.

65 12. El procedimiento definido en la reivindicación 2, en el que la membrana (20) incluye una estructura de soporte en una fibra hueca, teniendo la fibra hueca una capa densa no porosa en ambas de sus caras de taladro y exterior.

13. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (18) incluye una estructura de soporte en una lámina lisa que tiene una capa densa no porosa sobre ambos de sus lados.

ES 2 312 371 T3

14. El procedimiento definido en la reivindicación 2, en el que la membrana (20) consta de una capa densa no porosa sobre una fibra hueca porosa o no porosa, y el aceite se introduce en el lado con la capa densa no porosa.
- 5 15. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (18) consta de una capa densa no porosa sobre una lámina lisa no porosa, y el aceite se introduce en el lado sin capa densa no porosa.
16. El procedimiento definido en la reivindicación 2, en el que la membrana (20) consta de una o más capas densas no porosas sobre una fibra hueca porosa o no porosa, en el que el aceite se introduce sobre el exterior de las fibras.
- 10 17. El procedimiento definido en la reivindicación 2, en el que la membrana (20) consta de una o más capas densas no porosas sobre una fibra hueca porosa o no porosa, en el que el aceite se introduce sobre el interior de las fibras.
18. El procedimiento definido en la reivindicación 2, en el que la membrana (20) consta de una o más capas densas no porosas sobre una fibra hueca porosa o no porosa, en el que las fibras están enrolladas helicoidalmente.
- 15 19. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (18) consta de una o más capas densas no porosas sobre una lámina lisa porosa o no porosa, en el que las láminas están enrolladas espiralmente.
- 20 20. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (18) consta de una o más capas densas no porosas sobre una lámina lisa porosa o no porosa, en el que las láminas lisas están separados por espaciadores.
21. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la corriente líquida está bien mezclada.
22. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la corriente líquida no está bien mezclada.
- 25 23. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que el procedimiento está en línea en otro sistema en el que al menos parte de la totalidad del flujo del aceite es alimentada continuamente a través de dicho procedimiento.
- 30 24. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la corriente líquida es alimentada desde un dispositivo de almacenamiento.
25. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la alimentación fluye paralela a la superficie de la membrana (18, 20).
- 35 26. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la alimentación fluye perpendicular a la superficie de la membrana (18, 20).
- 40 27. El procedimiento definido en la reivindicación 25 o 26, en el que el flujo sobre el lado de filtración es paralelo a la superficie de la membrana (18, 20).
- 45 28. El procedimiento definido en la reivindicación 25 o 26, en el que el flujo sobre el lado de filtración es perpendicular a la superficie de la membrana.
29. El procedimiento definido en la reivindicación 2, en el que la membrana consta de una o más capas densas no porosas sobre una fibra hueca porosa o no porosa, y la alimentación fluye paralela a la fibra hueca.
- 50 30. El procedimiento definido en la reivindicación 2, en el que la membrana (20) consta de al menos una capa densa no porosa sobre una fibra hueca porosa o no porosa, y el flujo sobre el lado de filtración es paralelo a la fibra hueca.
- 55 31. El procedimiento definido en la reivindicación 2, en el que la membrana (20) consta de al menos una capa densa no porosa sobre una fibra hueca porosa o no porosa, y el flujo sobre el lado de filtración es perpendicular a la fibra hueca.
- 60 32. El procedimiento definido en la reivindicación 2, en el que la membrana (20) consta de al menos una capa densa no porosa sobre una fibra hueca porosa o no porosa, y la alimentación fluye perpendicular a la fibra hueca.
33. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (18) consta de al menos una capa densa no porosa sobre una lámina lisa porosa o no porosa, y la alimentación fluye paralela a la lámina lisa.
- 65 34. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana consta de al menos una capa densa no porosa sobre una lámina lisa porosa o no porosa y el flujo sobre el lado de filtración es paralelo a la lámina lisa.
35. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (18) consta de al menos una capa densa no porosa sobre una lámina lisa porosa o no porosa, y el flujo sobre el lado de filtración es perpendicular a la lámina lisa.

ES 2 312 371 T3

36. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (18) consta de al menos una capa densa no porosa sobre una lámina lisa porosa o no porosa y la alimentación fluye perpendicular a la lámina lisa.

5 37. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que los flujos sobre el lado de alimentación y sobre el lado de filtración están a contracorriente.

38. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que los flujos sobre el lado de alimentación y sobre el lado de filtración son corrientes paralelas.

10 39. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que los flujos sobre el lado de alimentación y sobre el lado de filtración se mueven en direcciones no paralelas entre sí.

15 40. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que los flujos sobre el lado de alimentación y sobre el lado de filtración se mueve en direcciones radiales no paralelas entre sí.

41. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (18, 20) incluye una estructura de soporte porosa, y la estructura de soporte porosa se empapa con aceite.

20 42. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (18, 20) incluye una estructura de soporte porosa, y la estructura de soporte porosa es tratada para que sea empapada por el aceite.

43. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (18, 20) incluye una estructura de soporte porosa, y la estructura de soporte porosa no es empapada por el aceite.

25 44. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (18, 20) incluye una estructura de soporte porosa, y la estructura de soporte porosa es tratada para que no sea empapada por el aceite.

30 45. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que el lado de filtración está a una presión mayor que la del lado de alimentación.

46. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que el lado de filtración está a la misma presión o inferior que el lado de alimentación.

35 47. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que hay un barrido de gas o líquido a través del lado de filtración.

40 48. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que hay un barrido de gas a través del lado de filtración, y dicho gas de barrido se selecciona del grupo que consta de argón, metano, nitrógeno, aire, dióxido de carbono, helio o hidrógeno o cualquier mezcla de los mismos.

49. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (18, 20) incluye una capa densa no porosa, y dicha capa no porosa es de naturaleza polimérica.

45 50. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (18, 20) incluye un soporte denso poroso, y el soporte denso poroso es de naturaleza polimérica.

51. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (18, 20) incluye un soporte poroso, y el soporte poroso es cerámico.

50 52. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (18, 20) incluye un soporte poroso, y el soporte poroso es de vidrio.

55 53. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la membrana (18, 20) incluye un soporte poroso, y el soporte poroso es de un polímero inorgánico.

54. El procedimiento definido en la reivindicación 2, en el que el aceite se filtra antes de que contacte con la membrana (18, 20).

60 55. El procedimiento definido en la reivindicación 2, en el que la membrana (20) consta de una pluralidad de fibras huecas y las fibras huecas está, tejidas en una estera.

56. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la corriente líquida se calienta antes de contactar con la membrana (18, 20).

65 57. Un dispositivo para la deshidratación de aceites que comprende:

un vaso (42) que contiene fluido;

ES 2 312 371 T3

una membrana (18, 20) semipermeable, no porosa y sin defectos interpuesta en dicho vaso (42) dividiendo el interior de dicho vaso en al menos un espacio del lado de alimentación y un espacio de filtración;

al menos una abertura de entrada al espacio del lado de alimentación;

5

al menos una abertura de salida al espacio del lado de alimentación; y al menos una abertura de salida al espacio de filtración,

caracterizado porque

10

la membrana (18, 20) no tiene defectos que permitirían la filtración de agua desde el lado de alimentación al lado de filtración por mecanismos distintos del mecanismo de difusión en forma de vapor, en el que la membrana (18, 20) experimenta un tratamiento posterior que implica el recubrimiento repetidamente de una membrana defectuosa hasta la eliminación de todos los defectos.

15

58. El procedimiento definido en la reivindicación 57, que comprende un medio para el calentamiento del vaso (42).

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

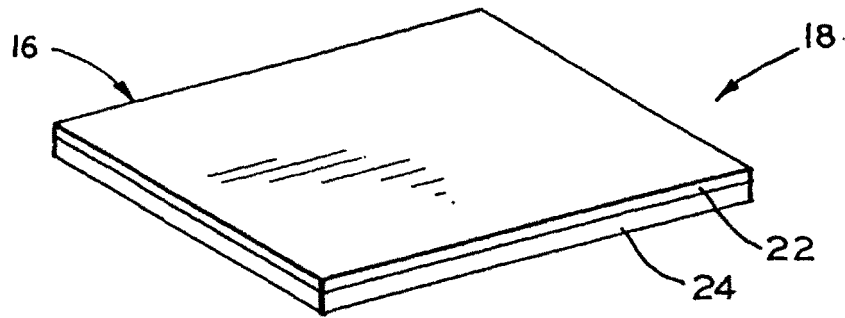


FIG. 1

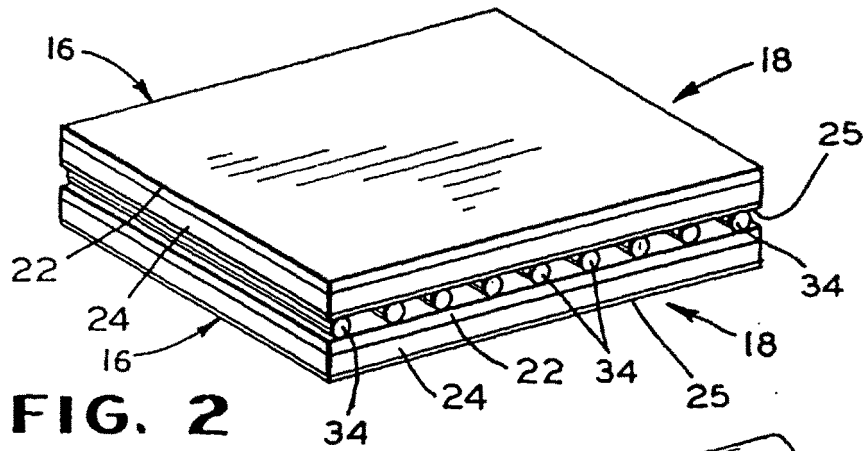


FIG. 2

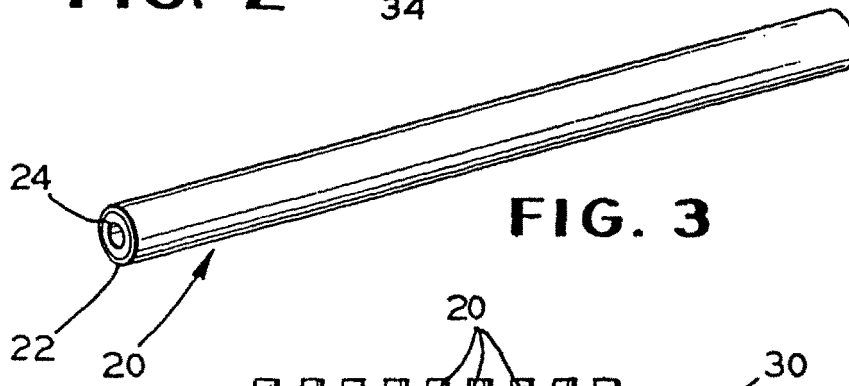


FIG. 3

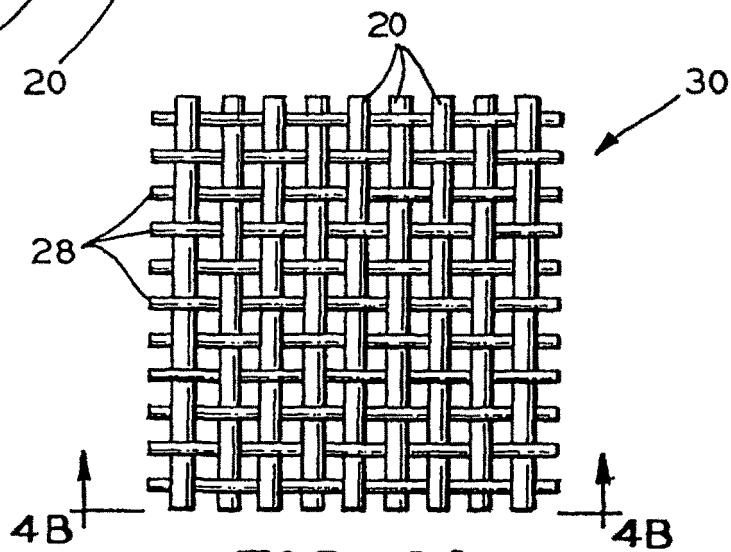


FIG. 4A

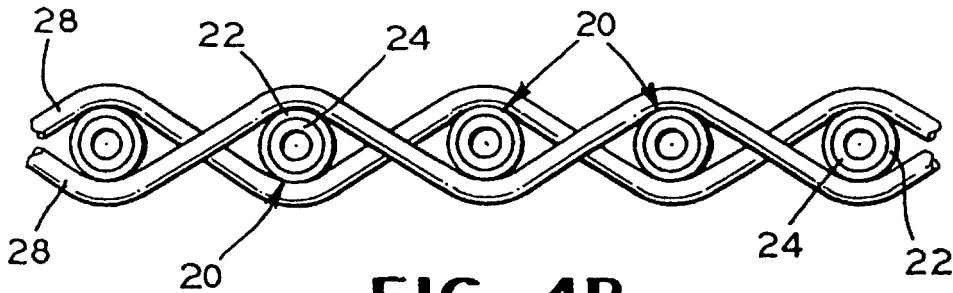


FIG. 4B

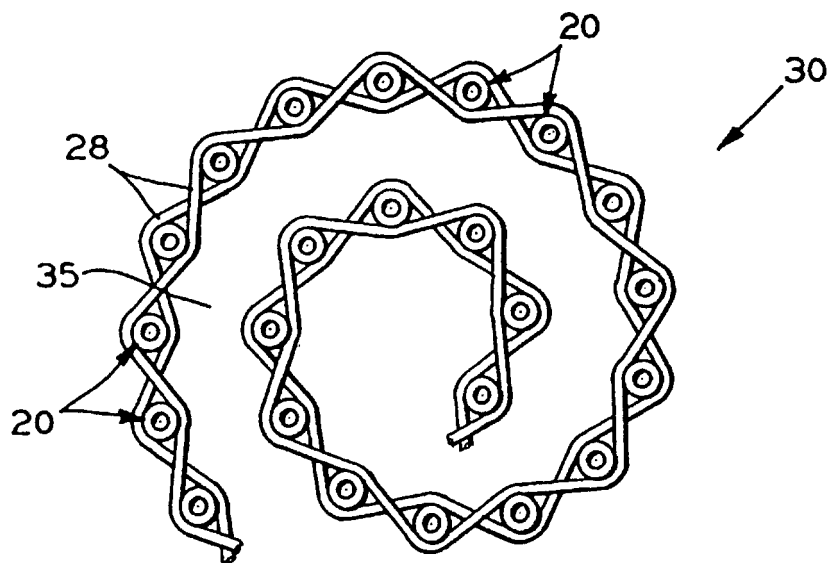


FIG. 4C

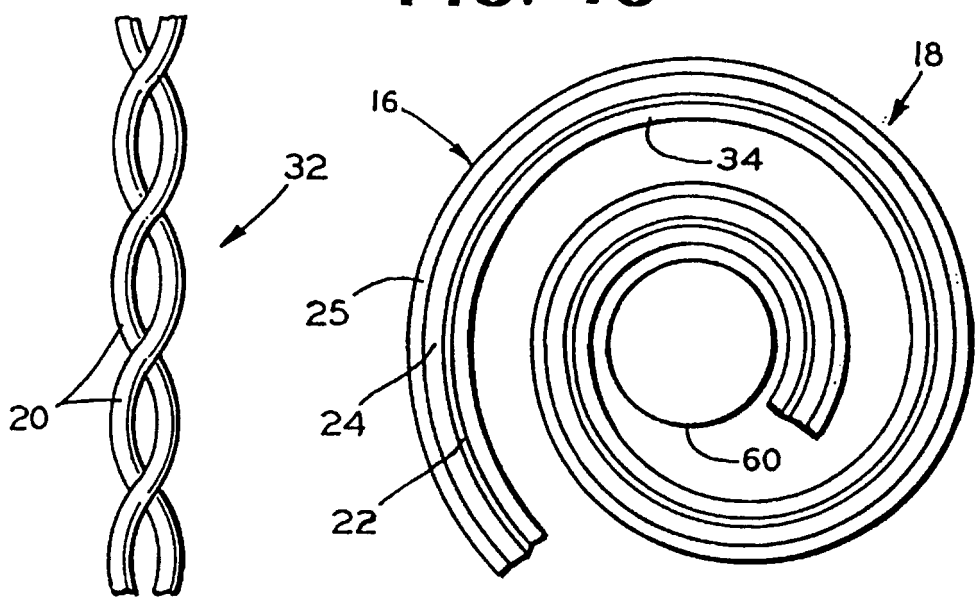


FIG. 4D

FIG. 5

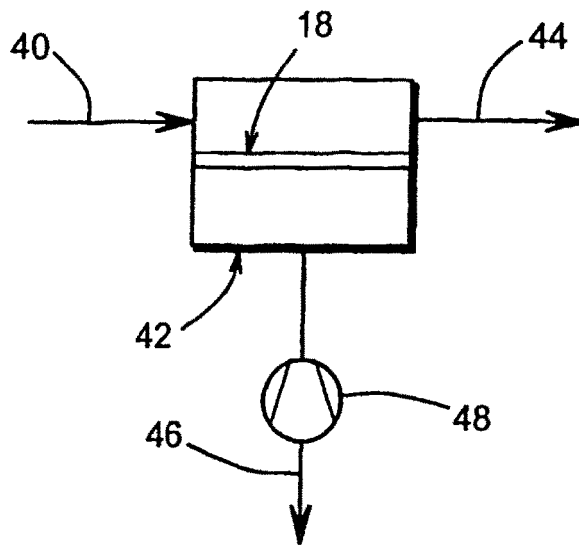


FIG. 6

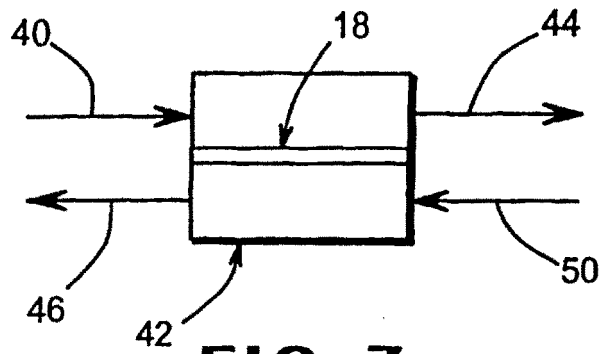


FIG. 7

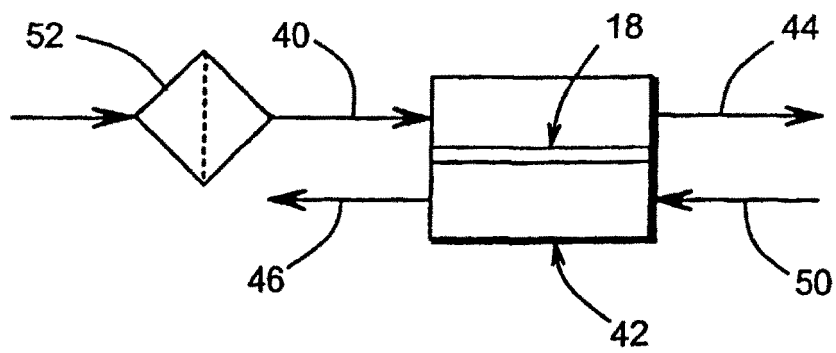


FIG. 8

