



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 269 208**

51 Int. Cl.:
B01D 61/16 (2006.01)
B01D 65/08 (2006.01)
C02F 1/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **00981441 .9**
86 Fecha de presentación : **20.11.2000**
87 Número de publicación de la solicitud: **1235635**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **04.09.2002**

54 Título: **Procedimiento para filtración por membrana de líquidos.**

30 Prioridad: **03.12.1999 FR 99 15709**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2007

73 Titular/es: **Degremont S.A.**
183, avenue du 18 Juin 1940
92500 Rueil-Malmaison Cédex, FR

72 Inventor/es: **Cordier, Michel;**
Bonnelye, Véronique;
Aptel, Philippe;
Guigui, Christelle y
Rouch, Jean-Christophe

74 Agente: **Arpe Fernández, Manuel**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para filtración por membrana de líquidos.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para filtración por membrana de líquidos y su dispositivo para llevarlo a cabo y, más específicamente, a un procedimiento de filtrado mediante membranas de líquidos que contienen sustancias orgánicas disueltas y materias en suspensión tales como aguas brutas, en presencia de un absorbente.

10 Existen numerosos dispositivos que utilizan membranas de microfiltrado, de ultrafiltrado o de nanofiltrado para la depuración de agua. Estas membranas están formadas por fibras capilares o por películas planas.

A fin de aumentar la densidad de flujo de transferencia de materia a través de la membrana, algunos dispositivos utilizan una membrana que forma un canal curvado. Cuando un fluido circula por un canal curvado, se presentan flujos secundarios perpendiculares al eje principal del flujo debido a la diferencia de presión existente entre la pared interna y la pared externa del codo: el efecto global es la formación de vórtices, denominados vórtices de Dean. Este flujo complejo y estacionario es bien conocido y permite conseguir mejoras significativas de los fenómenos de transferencia de calor o de materia. Concretamente, ya se han descrito numerosos dispositivos para demostrar el interés de los vórtices de Dean en las operaciones de separación por membrana a fin de aumentar la densidad de flujo de transferencia de materia a través de las membranas que forman la pared del canal curvado. La mejora del flujo se explica por el hecho de que los vórtices de Dean aumentan el gradiente de velocidad en la pared, provocando un fenómeno de cizalla suplementario que se opone a la acumulación de los compuestos en el conjunto membrana-fluido y disminuye por tanto las resistencias a la transferencia. De esto modo, los fenómenos limitadores, como la polarización de concentración o los depósitos de sustancias insolubles, resultan menos intensos que cuando el fluido circula a través de una membrana que forma un canal de geometría recta.

De este modo se conoce a través del documento WO 99/22850 un procedimiento de filtrado de líquidos que utiliza membranas con fibras huecas de filtrado que permiten la formación de vórtices de Dean.

30 Se conoce mediante la patente FR 2628337 presentada por la solicitante, la asociación al tratamiento en las membranas propiamente dichas de un absorbente en suspensión, tal como polvo de carbón activado, por ejemplo, que circule por una membrana capilar. El absorbente se introduce en el bucle de filtrado o circuito de recirculación que incluye una membrana filtrante que delimita un canal rectilíneo. Este tipo de absorbentes permite fijar eficazmente las materias orgánicas, tales como pesticidas, compuestos halogenados o óxidos metálicos solubles, por ejemplo, cuyo peso molecular es demasiado pequeño para que sean retenidos por la membrana y colonizar bacterias depuradoras mientras que, por otra parte, la membrana presenta una barrera absoluta a las materias en suspensión, coloides, bacterias y absorbentes en polvo. La asociación del tratamiento en las membranas mediante inyección de materiales absorbentes en polvo en el circuito de recirculación presenta como ventaja el combinar dos, y a veces tres, acciones depuradoras en una sola etapa de tratamiento. La presencia de absorbente en el circuito de recirculación requiere una potencia de inyección barrido más elevada que en el caso de los tratamientos convencionales a fin de prevenir la acumulación excesiva de absorbente en polvo sobre la membrana, acumulación que tiene como consecuencia la reducción del caudal de filtrado y que puede llevar a la obstrucción de los canales.

45 El objeto de la invención consiste en proponer un procedimiento de tratamiento de fluidos que permita, por una parte, mejorar el flujo a través de la membrana y, por otra parte, la eficacia de la eliminación de los compuestos solubles a través de dichas membranas.

Este objeto se consigue mediante el hecho de que el procedimiento para filtración por membrana de líquidos que contienen sustancias orgánicas disueltas y materiales en suspensión conlleva una etapa de mezclado del líquido a tratar con, al menos, un absorbente en polvo, una etapa de introducción de la mezcla en un circuito que incluye un módulo de filtrado y una etapa de filtrado en dicho circuito a través de una membrana de configuración geométrica en forma de canal curvado que permite inducir un flujo con vórtices de Dean.

De acuerdo con otra particularidad, el flujo en la membrana se caracteriza por un número de Dean superior a 20.

De acuerdo con otra particularidad, el procedimiento de filtrado con membrana de líquidos comprende:

- una etapa de mezclado del líquido a tratar con los absorbentes a una concentración determinada;
- una etapa de introducción de la mezcla en un bucle de filtrado con un caudal de inyección determinado;
- una etapa de filtrado en el bucle a una tasa de inyección determinada y un flujo transmembránico regulado mediante la membrana con una forma geométrica de canal curvado;
- una etapa de recuperación del agua filtrada; y
- una etapa de purgado hacia fuera del bucle de filtrado del concentrado obtenido a la salida de filtrado.

De acuerdo con otra particularidad, el procedimiento comprende una etapa previa de coagulación del líquido a tratar mediante una sal metálica.

De acuerdo con otra particularidad, el procedimiento para filtración por membrana de líquidos comprende una etapa de separación del concentrado purgado para extraer el líquido y concentrar el absorbente.

De acuerdo con otra particularidad, el procedimiento para filtración por membrana de líquidos incluye una etapa de re-inyección en el bucle del líquido y/o del absorbente extraído del concentrado.

De acuerdo con otra particularidad, el factor de concentración entre la concentración de la mezcla inyectada y la concentración de la mezcla en el bucle varía entre 10 y 100.

De acuerdo con otra particularidad, el procedimiento para filtración por membrana de líquidos comprende una etapa de inyección en el bucle de un determinado reactivo, gaseoso o líquido para garantizar un tratamiento suplementario utilizando el absorbente de la mezcla como soporte bacteriano móvil.

Un segundo objetivo de la invención consiste en proponer un dispositivo para llevar a cabo el procedimiento.

Esta finalidad se consigue mediante el hecho de que el dispositivo para filtración por membrana de líquidos que contienen sustancias orgánicas disueltas y materias en suspensión, incluye un mezclador que presenta dos canalizaciones de entrada para introducir el líquido a tratar y un absorbente, una bomba de inyección conectada al mezclador mediante una canalización que permite inyectar la mezcla efectuada en el mezclador en un bucle de filtrado que incluye una bomba de circulación y un módulo de filtrado, comprendiendo el módulo de filtrado una membrana sellada en una carcasa, con forma geométrica de canal curvado, una canalización conectada a la carcasa para recuperar el líquido filtrado y una canalización de purgado situada aguas abajo del módulo de filtrado para purgar el concentrado.

De acuerdo con otra particularidad, la membrana consiste en fibras capilares.

De acuerdo con otra particularidad, las membranas en forma de fibras capilares crean canales helicoidales, sinusoidales y trenzados.

De acuerdo con otra particularidad, la configuración de las membranas se presenta en forma de haces de capilares monofilamento o de yuxtaposición de conjuntos monobloque de múltiples capilares de sección circular o en cinta.

De acuerdo con otra particularidad, la membrana es una membrana llamada espiral, constituida por películas planas.

De acuerdo con otra particularidad, el o los canales de la membrana tienen sección circular.

De acuerdo con otra particularidad, el o los absorbentes son compuestos incluidos en el grupo formado por carbono activado, resinas absorbentes, óxidos e hidróxidos minerales y bentonitas.

De acuerdo con otra particularidad, la canalización de purgado está conectada a unos medios de recuperación que incluyen un separador y que permiten concentrar el absorbente, incluyendo dicho separador, al menos, dos canalizaciones, una de ellas conectada al mezclador para recircular el líquido extraído del concentrado por el separador, y la otra para evacuar el absorbente extraído del concentrado hacia un depósito de almacenamiento.

De acuerdo con otra particularidad, el depósito de almacenamiento incluye una canalización conectada al mezclador que permite realimentar el absorbente extraído al bucle de filtrado.

De acuerdo con otra particularidad, el bucle de filtrado comprende un dispositivo de inyección o de disolución de un reactivo determinado para favorecer la actividad biológica.

La combinación de los efectos de los vórtices de Dean, generados mediante la utilización de membranas con forma geométrica de canal curvado, y la presencia de un absorbente, permiten a la vez mejorar los flujos de transferencia, eliminar, al menos en parte, los compuestos que se fijan sobre el absorbente y/o que son consumidos por las bacterias que colonizan el absorbente.

Sorprendentemente, se ha descubierto que por una parte, en comparación con el dispositivo descrito en la patente FR 2628337, los efectos de vórtices de Dean permiten utilizar una concentración más elevada de absorbentes en suspensión, sin obturar los capilares, lo que permite una depuración mayor y, por otra parte, el efecto de vórtice, combinado con la presencia de absorbentes en suspensión, permite obtener unos flujos aún mayores que los observados exclusivamente en presencia del efecto de vórtice, probablemente gracias a la acción mecánica del absorbente en polvo que ejerce una erosión continua sobre la masa formada por el absorbente y las materias orgánicas que tienen tendencia a acumularse en la superficie de la membrana y que minimizan su espesor.

Adicionalmente, la eliminación de los compuestos orgánicos es superior a la conseguida en un dispositivo cuyas membranas delimitan un canal rectilíneo, tal vez gracias a la eficacia de mezclado resultante del efecto de vórtice inducido en la membrana curvada y a la masa de absorbente en el sistema, lo que garantiza a la vez la absorción y la colonización de las bacterias.

En comparación con un dispositivo convencional equipado con membranas de configuración geométrica tubular y rectilínea, un dispositivo de membranas curvadas en el que circula una suspensión de absorbente permite un caudal superior entre un 60% y un 150% en función del tipo de agua a tratar, y una concentración de absorbente en el bucle que puede elevarse hasta 1g/l gracias al efecto de vórtice. Esta elevada concentración permite, por una parte, una mejor utilización del absorbente al aumentar su tiempo de permanencia en el bucle, lo que permite utilizar mejor su poder absorbente y reducir la cantidad introducida y, por otra parte, un mayor rendimiento de eliminación de la materia orgánica por vía biológica al actuar el absorbente como soporte bacteriano para eliminar biológicamente determinados compuestos orgánicos y/o el amoníaco o los nitratos.

Se observarán más claramente otras particularidades y ventajas de la presente invención mediante la lectura de la descripción que sigue, haciendo referencia a las figuras adjuntas en las cuales:

- la figura 1 representa esquemáticamente el dispositivo de tratamiento de aguas de acuerdo con la invención;

- la figura 2 representa esquemáticamente una variante del dispositivo mostrado en la figura 1;

- las figuras 3A, 3B y 3C representan esquemáticamente ejemplos de geometrías de membrana de filtrado de acuerdo con la invención;

- las figuras 4A, 4B y 4C representan ejemplos de fibras capilares de acuerdo con la invención.

Haciendo referencia a la figura 1, el agua bruta (1), que se va a someter a tratamiento previo o no, coagulada con una sal metálica, se mezcla con uno o varios materiales absorbentes (2) en polvo en un depósito de mezclado (3), denominado mezclador. El agua bruta (1) se introduce mediante una canalización (4) en el mezclador con un caudal determinado. Esta etapa de mezclado puede conseguirse mediante cualquier medio, como por ejemplo un mezclador estático, un eyector o un depósito sometido a agitación mecánica.

El absorbente (2) en polvo se inyecta en el mezclador (3) a través de una canalización (5) mediante cualquier tipo de sistema dosificador no representado. El absorbente (2) en polvo está formado, por ejemplo, por carbono activado en polvo, resina microporosa, bentonita, óxidos o hidróxidos metálicos o cualquier otro compuesto insoluble con propiedades absorbentes.

La cantidad de absorbente inyectado en el mezclador para obtener una suspensión o mezcla tiene una concentración de absorbente determinada, por ejemplo, de 10 mg/l.

El agua bruta se mantiene en contacto con el absorbente durante un período mínimo denominado tiempo de contacto. Dicho tiempo de contacto varía entre algunos segundos y 10 minutos, en función de la naturaleza del agua a tratar y del dispositivo de mezclado utilizado.

A continuación la suspensión se bombea a través de una canalización (6) por medio de la denominada bomba de inyección (7) hacia un canal de filtrado (8) o circuito de recirculación. El bucle (8) de filtrado incluye otra bomba (9) denominada de circulación y un módulo de filtrado (10). El módulo de filtrado incluye una membrana capilar (11) sellada en una carcasa (12). La función de la bomba de circulación (9) consiste en garantizar la necesaria tasa denominada de inyección en el canal de la membrana capilar. El agua tratada (13) o permeada se recoge mediante una canalización (14) conectada a la carcasa tras la percolación a través de la membrana (11).

La membrana (11), que puede ser de microfiltrado, ultrafiltrado o nanofiltrado, está formada por ejemplo por un conjunto de membranas capilares o fibras capilares huecas, fabricadas con una forma geométrica formando un canal curvado. La geometría curvada de la membrana permite de este modo generar vórtices de Dean. La membrana puede formar por ejemplo un canal curvado de forma helicoidal (111), trenzado (112) o sinusoidal (113) como el representado respectivamente en las figuras 3A, 3B y 3C. Las membranas o fibras capilares que constituyen la membrana pueden estar dispuestas de diferentes formas. De acuerdo con la figura 4A, la disposición de las fibras capilares puede presentarse en forma de haces de monofilamento. La membrana está formada por un conjunto de fibras (1111) capilares que presentan cada una un solo canal (23). La disposición de las fibras capilares puede presentarse en forma de yuxtaposición de conjuntos monobloque de múltiples capilares de sección circular (1112) como se representa en la figura 4B o en forma de yuxtaposición de conjuntos monobloque de múltiples capilares en cinta (1113) como se representa en la figura 4C. En estos dos últimos casos, la membrana está formada por fibras capilares (1112, 1113) cada una con varios canales (24, 25). Los canales curvados de las fibras capilares pueden tener sección circular. De acuerdo con otro modo de realización, la membrana está formada por películas planas curvadas, y se denomina tradicionalmente membrana en espiral.

ES 2 269 208 T3

El parámetro de control de los flujos en los codos del canal curvado es el número de Dean (De) que representa la relación entre las fuerzas centrífugas y de inercia en relación con las fuerzas viscosas. Se define mediante la siguiente ecuación 1:

$$De = Re \sqrt{\frac{d_i}{d_c}}$$

Donde “Re” representa el número de Reynolds, “ d_i ” representa el diámetro interno del conducto y “ d_c ” el diámetro de curvatura, estando “ d_i ” y “ d_c ” expresados en metros.

Esta definición de “De” no es válida si el conducto curvado presenta una torsión apreciable, como sucede en el caso concreto de los conductos de forma helicoidal (111), trenzada (112) o sinusoidal (113), como los representados en las figuras 3A, 3B y 3C. A fin de tener en cuenta el efecto de torsión, se define un diámetro efectivo de curvatura d'_c mediante la ecuación 2 siguiente:

$$d'_c = d_c \left[1 + \left(\frac{p}{\pi d_c} \right)^2 \right]$$

Donde “p” es el paso en metros.

Esto nos lleva a la definición del número de Dean modificado (De') de acuerdo con la ecuación 3 siguiente:

$$De = Re \sqrt{\frac{d_i}{d_c}}$$

En la práctica, d'_c difiere muy poco de d_c cuando el paso es pequeño respecto a d_c .

A continuación, denominaremos número de Dean al número definido por una u otra de las ecuaciones 1 o 3, sabiendo que la torsión debe tenerse en cuenta cuando el paso p no es más pequeño respecto a d_c .

La tasa de inyección y la geometría de la membrana se determinarán a fin de engendrar unas perturbaciones suficientes. Este valor mínimo de las perturbaciones corresponde a un número de Dean comprendido entre 20 y 500.

La mezcla o suspensión se bombea mediante la bomba (7) de inyección con un caudal sensiblemente idéntico al del agua bruta (1) que entra en el mezclador (3) y a una presión correspondiente a la pérdida de carga máxima prevista para el paso a través de la membrana. La bomba (9) de circulación permite mantener una tasa de inyección constante en las membranas capilares a una presión igual a la pérdida de carga en la membrana, aumentada mediante la presión de retroceso de la bomba de inyección.

La fracción concentrada o concentrado que sale del módulo (10) de filtrado se purga de forma continua o discontinua para extraer una cantidad de absorbente equivalente a la cantidad de absorbente (2) nuevo que se introduce en el mezclador (3). Esta operación permite mantener en el bucle una concentración constante de absorbente de acuerdo con las condiciones operativas determinadas. La concentración de absorbente en el bucle es directamente proporcional a la relación entre el caudal de bombeo y el caudal de concentrado evacuado. Este factor de concentración es del orden de 10 a 100 de acuerdo con las aplicaciones. El concentrado se extrae del bucle mediante una canalización (15) de purgado situada aguas abajo del módulo (10) de filtrado hacia unos medios de recuperación. Dichos medios de recuperación incluyen un separador (22) tal como un decantador, un filtro de banda o una centrifugadora por ejemplo, cuya función consiste en aumentar la concentración de dicho concentrado. El agua extraída del concentrado por el separador (22) puede recircularse inyectándola mediante una canalización (16) en el mezclador (3) con el agua (1) bruta a tratar.

El absorbente extraído del concentrado denominado absorbente recuperado puede almacenarse en un depósito (18) mediante una canalización (17). En función de la naturaleza del agua a tratar y del grado de saturación del absorbente, este puede ser evacuado del dispositivo mediante una canalización (19) para su destrucción o utilizarse para realimentar el bucle (8) de filtrado inyectándolo a través de una canalización (20) en el mezclador (3).

Efectivamente, aun cuando el procedimiento de membrana curvada reduce considerablemente los efectos de tapo-namiento ligados a la acumulación de un depósito en la membrana, no queda más remedio que llevar a cabo periódicamente un lavado de la membrana. Dicho lavado puede llevarse a cabo mediante una operación de retrolavado que consiste en reenviar el permeado a contracorriente, añadiendo eventualmente un producto químico tal como cloro o lejía.

Haciendo referencia a la figura 2, un dispositivo (21) de inyección o de disolución de un reactivo se puede añadir al bucle de filtrado a fin de favorecer las reacciones biológicas. A modo de ejemplo, el dispositivo (21) permite inyectar metanol o etanol para llevar a cabo una desnitrificación o disolver oxígeno mediante inyección de aire o de oxígeno puro para nitrificar los compuestos amoniacales.

ES 2 269 208 T3

De acuerdo con un ejemplo de realización no limitativo, el agua (1) procedente de un tratamiento biológico y previamente coagulada mediante cloruro férrico se introduce con un caudal de 10 m³/h en el mezclador (3) en el que se ha inyectado carbono inyectado en polvo para obtener una concentración de 10 mg/l tras la mezcla. El tiempo de contacto se ha fijado en 3 minutos. A continuación, la mezcla se bombea mediante la bomba (7) de inyección con un caudal de 10 m³/h y a una presión correspondiente a la pérdida de carga máxima prevista para la circulación en el canal de la membrana, que puede ser por ejemplo de 1 bar. La bomba (9) de circulación mantiene una tasa de 1 m/s en las membranas capilares a una presión equivalente a la pérdida de carga en las membranas incrementada por la presión de retroceso de la bomba de inyección o, lo que es lo mismo, un total de 1,5 bares. La superficie de la membrana (11) es por ejemplo de 70 m². Gracias a la utilización de membranas curvadas, el flujo de permeado (13) a través de la membrana es de 150 l/h.m² a una presión de 1 bar y una temperatura de 20°C.

El factor de concentración del absorbente que, en este caso, es de 50, permite mantener una concentración de carbono activado en equilibrio de 500 mg/l. El concentrado evacuado a esta concentración de 500 mg/l., atraviesa un separador (22) formado por un decantador laminar dimensionado a 4 m/h que permite extraer el carbono activado a una concentración de aproximadamente 50 g/l. A continuación, el agua decantada se reenvía al mezclador (3) con el agua a tratar. La extracción del carbono activado del decantador representa un caudal medio de 2 l/h. De este modo, el caudal entrante es de 10 m³/h, y la pérdida de agua por la extracción está limitada a menos de 0,02%.

Gracias al efecto de vórtice, el depósito sobre la membrana (11) es muy reducido y el tiempo de filtrado sin lavado o retrolavado es igual o superior a 24 horas. Un sistema de membrana rectilínea necesita, en unas condiciones operativas idénticas, un lavado cada hora durante 30 segundos.

El tiempo de retrolavado diario acumulado es como máximo de 3 minutos, a un caudal de permeado clorado que representa 2 veces el flujo de producción, o lo que es lo mismo 6 minutos de producción a lo largo de un período de 24 horas, asegurándose después un contacto de algunos minutos antes de vaciar para retomar la producción. El conjunto de las pérdidas de agua en el dispositivo de acuerdo con la invención, incluyendo la parada de producción durante el lavado y el agua de lavado, así como la extracción del carbono del fondo del separador, asciende a menos del 3%, un valor que puede compararse ventajosamente con el valor de entre un 5 y un 10% normalmente obtenido con los sistemas de membrana rectilínea utilizados en las mismas condiciones.

El vaciado inicial del bucle puede reutilizarse para llenar el bucle antes de iniciar un nuevo ciclo de producción. Esta recuperación del carbono sembrado biológicamente, almacenado en vacío, permite disponer inmediatamente después de un lavado de una concentración de carbono de 500 mg/l, que participa en la depuración y aporta la eficacia óptima cuando se vuelve a arrancar el dispositivo.

El procedimiento de acuerdo con la invención, al mejorar el índice de transferencia a través de la membrana, permite reducir la superficie de membrana en un factor superior a 1,5 y reducir el trabajo de separación del carbono en un factor de 5. La mejor utilización del carbono activado permite reducir la cantidad de carbono nuevo introducida en el agua a tratar. A modo de ejemplo, en relación con un procedimiento que utiliza una membrana rectilínea y una mezcla a 10 mg/l, el procedimiento de acuerdo con la invención presenta la misma eficacia con una mezcla a 8 mg/l. El coste de inversión global del dispositivo se reduce en un 30% y el coste de explotación (carbono activado y energía) en un 10%, creando la membrana curvada una pérdida de carga suplementaria y, por tanto, un gasto de energía que debe deducirse del ahorro obtenido con el carbono activado. Las ventajas constatadas son sorprendentes, ya que con un consumo energético ligeramente superior se obtiene un ahorro sustancial por superficie de membrana instalada y por consumo de absorbente utilizado, obteniendo la misma calidad en el agua obtenida mediante el procedimiento y minimizando la pérdida de agua global. De acuerdo con el tipo de agua a tratar, podrán utilizarse elevadas concentraciones de absorbente pulverulento en las membranas capilares sin taponamientos ni atascos.

Las posibles aplicaciones de este tipo de combinación del vórtice de Dean / inyección y recirculación de productos absorbentes en polvo son, a título no limitativo, el tratamiento de agua para su potabilización, el reciclado de aguas utilizadas tras un tratamiento biológico, la concentración de productos valorizables y, más generalmente, el tratamiento de líquidos cargados.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para filtración por membrana de líquidos (1) que contienen sustancias orgánicas disueltas y materias en suspensión, que comprende:

- una etapa de mezclado del líquido a tratar con al menos un absorbente (2) pulverulento;
- una etapa de introducción de la mezcla en un circuito que incluye un módulo de filtrado (10); y
- una etapa de filtrado en dicho circuito a través de una membrana de configuración geométrica que forma un canal curvado que permite introducir un flujo con vórtices de Dean.

2. Procedimiento para filtración por membrana de líquidos de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado** porque el flujo en la membrana se **caracteriza** por un número de Dean (De) superior a 20.

3. Procedimiento para filtración por membrana de líquidos de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** porque comprende:

- una etapa de mezclado del líquido (1) a tratar con el absorbente (2) a una concentración determinada;
- una etapa de introducción de la mezcla en un bucle (8) de filtrado con un caudal de inyección determinado;
- una etapa de filtrado en el bucle de recirculación a una tasa de inyección determinada y un flujo transmembránico regulado mediante la membrana con una forma geométrica que forma un canal curvado;
- una etapa de recuperación del líquido filtrado (13);
- una etapa de purgado hacia fuera del bucle de filtrado del concentrado obtenido en la salida del filtrado.

4. Procedimiento para filtración por membrana de líquidos de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado** porque comprende una etapa previa de coagulación del líquido a tratar mediante una sal metálica.

5. Procedimiento para filtración por membrana de líquidos de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, **caracterizado** porque comprende una etapa de separación del concentrado purgado para extraer el líquido y concentrar el absorbente.

6. Procedimiento para filtración por membrana de líquidos de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado** porque comprende una etapa de re-inyección en el bucle del líquido y/o del absorbente extraído del concentrado.

7. Procedimiento para filtración por membrana de líquidos de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 6, **caracterizado** porque el factor de concentración entre la concentración de la mezcla inyectada y la concentración de la mezcla en el bucle varía entre 10 y 100.

8. Procedimiento para filtración por membrana de líquidos de acuerdo con las reivindicaciones 3 a 7, **caracterizado** porque comprende una etapa de inyección en el bucle de un determinado reactivo gaseoso o líquido, para garantizar un tratamiento suplementario, utilizando el absorbente de la mezcla como soporte bacteriano móvil.

9. Dispositivo para filtración por membrana de líquidos que contienen sustancias disueltas y materias en suspensión, que comprende:

- un mezclador (3) que presenta dos canalizaciones (4, 5) de entrada para la introducción respectiva del líquido (1) a tratar y de un absorbente (2),
- un bucle (8) de filtrado que comprende una bomba (9) de circulación y un módulo (10) de filtrado,
- una bomba (7) de inyección conectada mediante una canalización (6) al mezclador (3) que permite inyectar en el bucle (8) de filtrado la mezcla efectuada por el mezclador,

comprendiendo el módulo de filtrado una membrana (11) sellada en una carcasa (12) y con una forma geométrica de canal curvado, estando conectada a la carcasa una canalización (14) para recuperar el líquido (13) filtrado y disponiéndose de una canalización (15) de purgado aguas abajo del módulo de filtrado para purgar el concentrado.

10. Dispositivo para filtración por membrana de líquidos de acuerdo con la reivindicación 9 **caracterizado** porque la membrana está formada por fibras capilares.

11. Dispositivo para filtración por membrana de líquidos de acuerdo con la reivindicación 10 **caracterizado** porque las membranas en forma de fibras capilares forman unos canales helicoidales, sinusoidales o trenzados.

ES 2 269 208 T3

12. Dispositivo para filtración por membrana de líquidos de acuerdo con la reivindicación 10 u 11 **caracterizado** porque la disposición de las fibras capilares se presenta en forma de haces de capilares monofilamento (1111) o de yuxtaposición de conjuntos monobloque de múltiples capilares de sección circular (1112) o en cinta (1113).

5 13. Dispositivo para filtración por membrana de líquidos de acuerdo con la reivindicación 9 **caracterizado** porque la membrana es una membrana llamada en espiral formada por películas planas.

10 14. Dispositivo para filtración por membrana de líquidos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13 **caracterizado** porque el o los canales de la membrana tienen sección circular.

15 15. Dispositivo para filtración por membrana de líquidos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14 **caracterizado** porque el o los absorbentes son compuestos incluidos en un grupo formado por carbono activado, resinas absorbentes, óxidos e hidróxidos minerales y bentonitas.

20 16. Dispositivo para filtración por membrana de líquidos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 15 **caracterizado** porque la canalización (15) de purgado está conectada a unos medios de recuperación que incluyen un separador (22) que permite concentrar el absorbente, comprendiendo dicho separador, al menos, dos canalizaciones, estando una de ellas (16) conectada al mezclador (3) para recircular el líquido extraído del concentrado por el separador (22) y la otra (19,20) para evacuar el absorbente extraído del concentrado hacia un depósito (18) de almacenamiento.

25 17. Dispositivo para filtración por membrana de líquidos de acuerdo con la reivindicación 16 **caracterizado** porque el depósito de almacenamiento incluye una canalización (20) conectada al mezclador (16) que permite realimentar el absorbente extraído al bucle (8) de filtrado.

30 18. Dispositivo para filtración por membrana de líquidos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 17 **caracterizado** porque el bucle de filtrado comprende un dispositivo (21) de inyección o de disolución de un reactivo determinado en la mezcla para favorecer la actividad biológica.

35

40

45

50

55

60

65

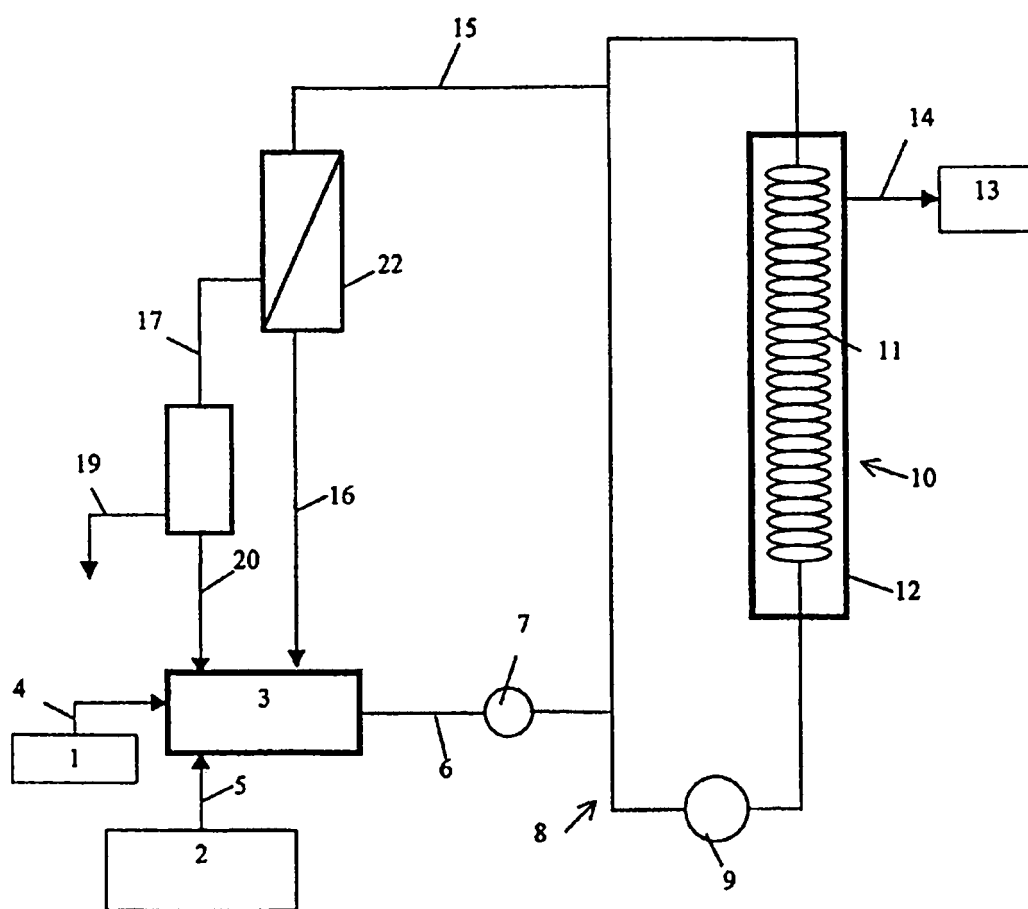


FIGURA 1

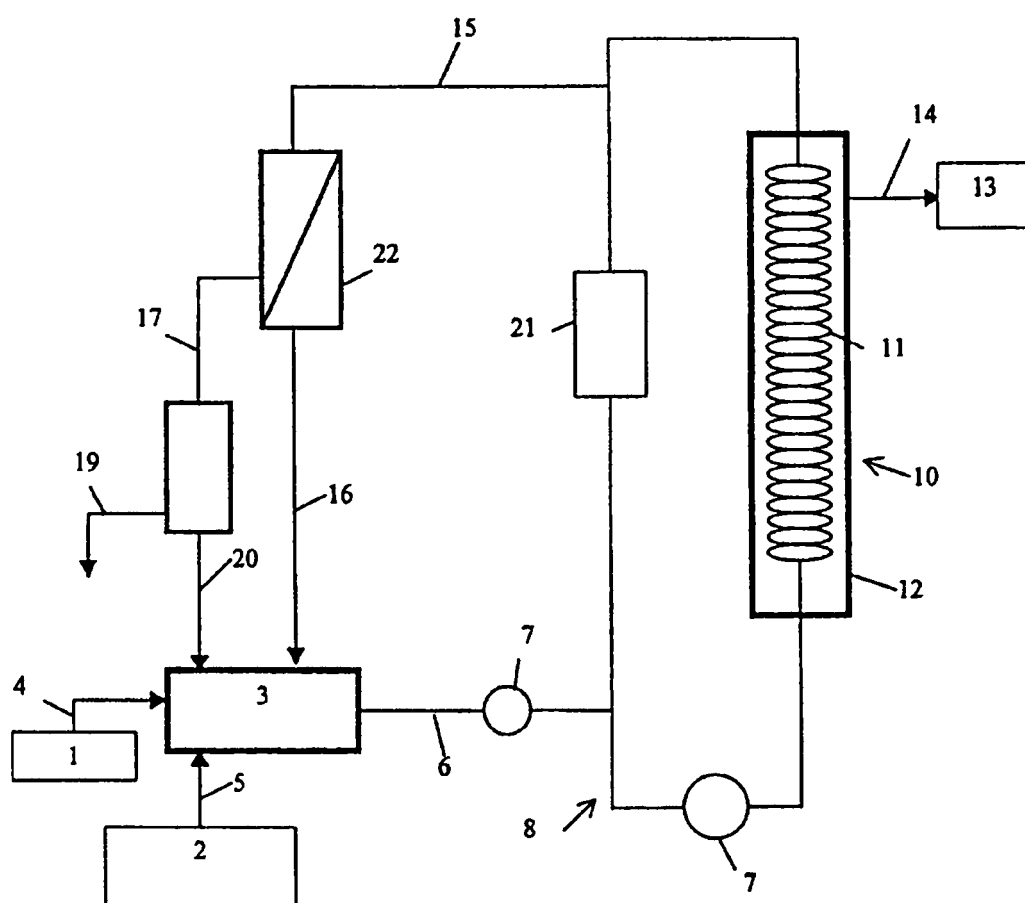


FIGURA 2

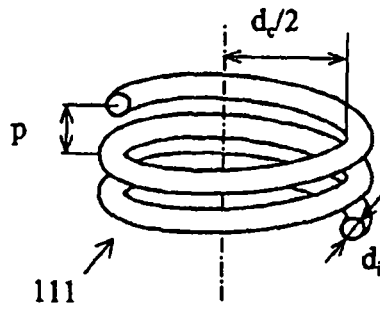


FIGURA 3A



FIGURA 3B

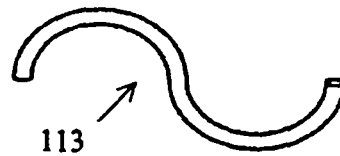


FIGURA 3C

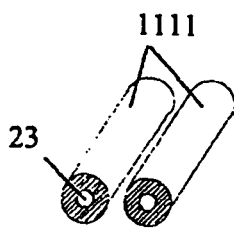


FIGURA 4A

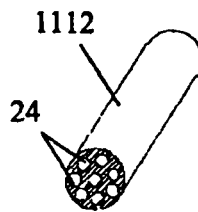


FIGURA 4B

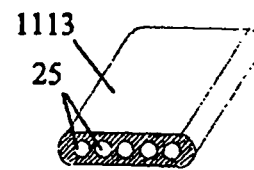


FIGURA 4C