(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 276 968**

(51) Int. Cl.:
B01D 33/21 (2006.01)
B01D 33/23 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Número de solicitud europea: **02783018 .1**
(86) Fecha de presentación : **28.10.2002**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1444025**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **11.08.2004**

(54) Título: **Un filtro que comprende elementos filtrantes rotatorios en forma de disco.**

(30) Prioridad: **07.11.2001 DE 101 54 549**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.07.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.07.2007

(73) Titular/es: **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**
Hansastrasse 27C
80686 München, DE

(72) Inventor/es: **Sternad, Werner;**
Trösch, Walter y
Schreiner, Lothar

(74) Agente: **Ungría López, Javier**

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

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Un filtro que comprende elementos filtrantes rotatorios en forma de disco.

La invención se refiere a un dispositivo para separar de un líquido sustancias, en particular sustancias sólidas, fases líquidas de diferente densidad y/o gases, mediante rotación con varios elementos de filtro que dejan pasar el líquido filtrado, y que pudiendo girar alrededor de un eje están alojados en una carcasa que presenta un orificio de entrada para el líquido, por lo menos un orificio de salida para las partes de los fluidos afluentes no filtrados y separados debido a la rotación de la columna de líquido, y por lo menos un orificio de salida para el líquido filtrado.

Esta clase de dispositivos se emplean, por ejemplo, para la depuración de aguas residuales. En los procedimientos físicos para depuración de aguas residuales se reconcentran las sustancias contenidas en las aguas residuales, de acuerdo con sus propiedades físicas tales como tamaño de las partículas, densidad y velocidad de hundimiento, siguiendo diferentes procedimientos. Esto incluye todos los procedimientos que emplean como medios de separación sustancias auxiliares sólidas (por ejemplo adsorción, filtración, intercambio de iones), sustancias auxiliares líquidas (extracción), sustancias auxiliares gaseosas (flotación, destilación estabilizadora), energía térmica (destilación, concentración), fuerza de la gravedad o fuerza centrífuga (decantación, flotación). Esta clase de dispositivos encuentran su aplicación especialmente en la técnica de separación por membranas, es decir procesos de separación realizados sirviéndose de membranas.

Los dispositivos para la técnica de separación mediante membranas no solamente se utilizan en el tratamiento de aguas sino también en otros muchos campos de aplicación industriales. Mediante membranas con diferentes tamaños de poros se pueden separar partículas de hasta 5 nm. Durante el proceso de separación, las sustancias sólidas se reconcentran al menos directamente en la membrana, mientras que el líquido filtrado pasa a través de la membrana. La polarización de concentración resultante da lugar a una capa de recubrimiento, conocida también como "fouling" de la membrana, en cuya formación se puede influir mediante diversas formas de explotación. Las formas de explotación clásicas son por una parte la filtración "dead-end filtration" (DEF) y por otra la filtración "crossflow filtration" (CFF). Éstas se diferencian esencialmente porque en la DEF no se fuerza ninguna afluencia hacia la membrana y, por lo tanto, la capa de recubrimiento puede crecer de forma incontrolada, mientras que en la CFF la membrana se somete a un flujo controlado, con lo cual la capa de recubrimiento se puede formar de manera controlada y se puede limitar. A pesar de ello después de un tiempo de funcionamiento prolongado se produce una reducción del flujo de filtrado, causada por la formación reversible de la capa de recubrimiento. Tanto en la DEF como en la CFF se ha acreditado por lo tanto un flujo periódico en sentido inverso para conseguir unos flujos de filtrado constantes.

El consumo específico de energía típico resultante de la forma de explotación para una ultrafiltración "cross-flow" se encuentra, por ejemplo, en 3 a 7 kWh/m^3 para unos flujos de filtrado de 100 a 150 l/m^{2}h, y una presión a través de la membrana de 3 a 5 bar. Para una DEF se obtienen unos valores comparativos de 0,1 a 0,5 kWh/m^3 para unos flujos de filtrado de 50 a 80 l/m^{2}h y una presión de 0,5 a 2 bar. En el caso de unos caudales de volumen elevados y escasa creación de valor del producto, tal como sucede en la depuración de aguas residuales municipales o industriales o en la obtención de agua potable a partir de aguas superficiales, esto viene a representar unos costes de explotación elevados, que actualmente impiden una aplicación a gran escala.

En la patente DE 100 04 096, que no ha sido prepublicada, se proponen como elementos de filtro unos discos filtrantes a los que se puede impartir un movimiento de rotación, que dispuestos en forma apilada aseguran una superficie filtrante eficaz grande en un espacio reducido. La formación de la capa de recubrimiento en los discos filtrantes se ve influida y controlada exclusivamente por las fuerzas centrífugas que durante el funcionamiento actúan sobre la suspensión. En los ensayos realizados dentro del marco de la presente invención se ha visto que en la columna de líquido puesta en rotación debido a los elementos de filtro giratorios, se acumulan sustancias ligeras tales como aceites, grasas y componentes gaseosos disueltos en la zona del eje entre los elementos de filtro, con lo cual causan problemas (bloqueo de la superficie filtrante).

La patente JP 6121919 se refiere a una disposición de filtros en los que debido a la rotación (fuerza centrífuga) se produce una diferencia de presión desde el interior (eje) hacia el exterior (envolvente), de manera que resulta posible un flujo de líquido a lo largo del gradiente de presión. Esto se corresponde con el principio de la bomba centrífuga, pero solamente funciona con medios esencialmente homogéneos. En el caso de mezclas de varias fases se produciría, durante el funcionamiento, una separación entre fases ligeras y fases pesadas. La acumulación de sustancias ligeras en las proximidades del eje acabaría llenando finalmente todo el aparato de separación y quedaría anulado el efecto de bombeo. Este dispositivo por lo tanto no es adecuado para la separación de mezclas de varias fases.

El objetivo de la invención es por lo tanto crear un dispositivo de la clase descrita inicialmente en el cual se evite la acumulación de sustancias ligeras entre los elementos de filtro en la zona de o en las proximidades de su eje de giro. Al mismo tiempo, el dispositivo objeto de la invención debe tener una construcción sencilla y ha de poder fabricarse económicamente.

Este cometido se resuelve mediante dispositivos destinados a la separación de sustancias de un fluido, que presenten las características de las reivindicaciones 1, 4 o 5. Aplicando un gradiente de presión se facilita el flujo a través de los elementos de filtro. El eje de giro de los elementos de filtro está dispuesto preferentemente en dirección esencialmente vertical, para aprovechar el empuje ascensional de las sustancias ligeras venciendo la fuerza de la gravedad terrestre. Este flujo garantiza que las sustancias ligeras, que durante el funcionamiento del dispositivo se acumulan entre los elementos de filtro en la zona de o en las proximidades de su eje de giro, se puedan desplazar dentro de la carcasa. En cuanto a las sustancias con una densidad inferior al líquido, se trata de sustancias ligeras tales como gases, aceites, grasas o gasolina que, prescindiendo de la parte no filtrable, no pasan a través de los elementos de filtro.

Una variante conforme a la invención está caracterizada porque los elementos de filtro tienen esencialmente forma de disco, en particular forma de disco circular, y porque los espacios interiores de los elementos de filtro están en comunicación con el espacio interior de un árbol hueco, a través del cual se evacua el líquido filtrado. El líquido filtrado, por lo tanto, pasa a través de los elementos de filtro al espacio interior del árbol hueco. Preferentemente en cada elemento de filtro hay por lo menos un orificio de paso para el líquido no filtrado, dispuesto en las proximidades del árbol hueco. Los orificios de paso adicionales permiten el paso a través del elemento de filtro de las sustancias ligeras que se encuentren en el líquido, y que debido a su reducido peso específico se acumulan en la zona del eje de giro de los elementos de filtro. Dado que durante el funcionamiento los elementos de filtro giran alrededor de su eje de giro, las sustancias ligeras que ascienden por el interior de la carcasa pueden subir a través de todos los elementos de filtro hacia arriba, y esto incluso si se ha previsto solamente un único orificio de paso en cada elemento de filtro.

Un ejemplo de realización preferido del dispositivo se caracteriza porque los orificios de paso en los elementos de filtro están dispuestos esencialmente alineados a la misma distancia radial respecto al árbol hueco. De este modo se asegura el paso directo a través de varios elementos de filtro, dispuestos sobre el árbol hueco y separados axialmente entre sí, especialmente en el caso de elementos de filtro parados o que giren lentamente.

Otra variante conforme a la invención se caracteriza porque los elementos de filtro están realizados esencialmente en forma de disco circular y porque los espacios interiores de los elementos de filtro están en comunicación con el espacio interior de un árbol hueco dispuesto concéntrico al eje de giro de los elementos de filtro, a través de varios radios huecos separados entre sí en dirección periférica. Los radios huecos cumplen una doble función. Por una parte crean una comunicación fluida entre los elementos de filtro y el árbol hueco. Por otra parte permiten el paso de sustancias ligeras en las proximidades del árbol hueco, en la dirección del eje de giro de los elementos de filtro.

Unos ejemplos de realización preferidos están caracterizados porque en la parte superior de la carcasa y en las proximidades del árbol hueco está dispuesto un orificio de salida adicional. El orificio de salida adicional sirve para dar salida a las sustancias ligeras que debido a su empuje ascensional han subido a través de los orificios de paso en los elementos de filtro o entre los radios, hasta la parte superior de la carcasa. Las sustancias pesadas separadas por la rotación de la columna de líquido en dirección hacia la pared de la carcasa, y cuya densidad es mayor que la densidad del fluido principal, se pueden evacuar a través de un orificio de salida en la pared de la carcasa, cerca del fondo de la carcasa.

Otra variante conforme a la invención está caracterizada porque los elementos de filtro están realizados esencialmente en forma de disco circular y están en comunicación con un espacio anular situado concéntrico al eje de giro de los elementos de filtro, radialmente en el exterior de los elementos de filtro. Este espacio anular sirve para recibir el líquido filtrado. La disposición del recinto de recepción para el líquido filtrado radialmente en el exterior de los elementos de filtro ofrece la ventaja de que se favorece el flujo hacia el recinto de recepción, por las fuerzas centrífugas que actúan durante el funcionamiento. Además dentro de los elementos de filtro se forma radialmente un paso central que garantiza la ascensión sin obstáculos de las sustancias ligeras hacia arriba.

Este dispositivo está además caracterizado porque los elementos de filtro están unidos firmemente sin giro con un tambor, que apoya giratorio en la carcasa y que en la zona de los elementos de filtro es permeable para el líquido filtrado. A través del tambor se puede impartir el movimiento de giro conjunto de los elementos de filtro. La realización permeable del tambor en la zona de los elementos de filtro garantiza que el líquido filtrado pueda salir de los elementos de filtro.

Otro ejemplo de realización preferido del dispositivo está caracterizado porque el tambor está realizado esencialmente en forma de cilindro circular, y porque en la cara extrema inferior del tambor está prevista una tubuladura de entrada para el líquido, y en la cara extrema superior del tambor una tubuladura de salida para las sustancias ligeras. Mediante esta disposición se asegura que las sustancias ligeras lleguen sin obstáculos a la tubuladura de salida gracias a su fuerza ascensional.

Otro ejemplo de realización preferido del dispositivo está caracterizado porque la tubuladura de entrada y la tubuladura de salida están dispuestas concéntricas con respecto a los elementos de filtro y se aprovechan para los apoyos del tambor. La sencilla disposición resultante de esta manera permite fabricar el dispositivo con unos costes reducidos. Además es ventajoso que el tambor se pueda montar previamente con los elementos de filtro.

Otro ejemplo de realización preferida del dispositivo está caracterizado porque en la zona inferior de la carcasa y radialmente en el exterior está previsto un orificio de salida que está en comunicación con el interior del tambor. Debido a su disposición radialmente en el exterior, el orificio de salida sirve para la salida de las sustancias sólidas separadas por filtración del líquido, que presentan una densidad específica mayor que el líquido.

Otras ventajas, características y detalles de la invención se deducen de la siguiente descripción, en la cual se describen con detalle diversos ejemplos de realización, haciendo referencia al dibujo. Las figuras muestran:

Figura 1 Una primera forma de realización del dispositivo objeto de la invención, en sección longitudinal;

Figura 2 Un elemento de filtro aislado del dispositivo representado en la figura 1, visto en planta;

Figura 3 Un elemento de filtro aislado del dispositivo representado en la figura 1, de acuerdo con una segunda forma de realización de la invención, visto en planta;

Figura 4 Una tercera forma de realización del dispositivo conforme a la invención en una sección longitudinal, y

Figura 5 Un elemento de filtro aislado del dispositivo representado en la figura 4, visto en planta.

El dispositivo representado en la figura 1 comprende una carcasa 1 dentro de la cual se aloja un árbol hueco 2 que puede girar alrededor de un eje de giro 3. Con el árbol hueco 2 están unidos fijamente a prueba de torsión una multitud de elementos de filtro, 5, 6 y 7, que están realizados todos iguales. En la forma de realización representada en la figura 1 hay

19 elementos de filtro unidos sin torsión con el árbol hueco 2. El árbol hueco 2 puede estar realizado de una sola pieza o de varias partes. Los elementos de filtro están formados por membranas y son huecos en su interior. A través de las membranas puede penetrar líquido desde el exterior al interior de los elementos de filtro, desde donde pasa a través de un orificio correspondiente en la superficie envolvente del árbol hueco, al interior del árbol hueco. Los elementos de filtro 5, 6 y 7 van fijados en dirección axial por medio de casquillos 10, 11 y 14. Los casquillos 10, 11 y 14 pueden estar equipados con juntas para sellar los interfaces entre los elementos de filtro y el árbol hueco.

Mediante una flecha 16 está indicado el movimiento de giro del árbol hueco 2 con los elementos de filtro 5, 6 y 7. El extremo inferior 18 del árbol hueco está realizado cerrado, y apoya giratorio en una tapa inferior 20, que cierra por debajo la carcasa 1. La tapa inferior 20 va fijada mediante unas uniones atornilladas 22 y 23 a una brida 25, dispuesta radialmente en el exterior en el borde inferior de la carcasa 1. En la tapa inferior 20 está previsto además un orificio de entrada 28 para el líquido que se trata de filtrar, y que está indicado por una flecha 30. Ahí está situado también un orificio de salida 56 en las inmediaciones directas de la pared de la carcasa, y a través del cual se pueden extraer las sustancias pesadas de densidad superior a la del líquido, y que han sido separadas por rotación y reconcentradas hacia la pared.

El extremo superior 32 del árbol hueco descansa en una tapa superior 34, que cierra la carcasa 1 por encima. El extremo superior 32 forma un orificio de salida para el líquido filtrado es decir el filtrado. El filtrado que sale está indicado por una flecha 36.

El líquido que entra 30 pasa a través del orificio de entrada 28 al interior de la carcasa 1, y desde allí llega a través de los elementos de filtro 5, 6 y 7 en forma de filtrado al árbol hueco 2, del cual sale a través del extremo superior 32 del árbol hueco 2.

La tapa superior 34 va fijada mediante uniones atornilladas 38 y 39 a una brida 41, situada radialmente en el exterior del borde superior de la carcasa 1. En las proximidades de la superficie envolvente de la carcasa 1 de forma cilíndrica circular está formado en la tapa superior 34 un orificio de salida 44 para los concentrados resultantes del líquido 30 que ha entrado. Radialmente, más hacia el interior con respecto al orificio de salida 44 y en las proximidades del árbol hueco 2 se ha realizado en la tapa superior 34 un orificio de salida 46 para sustancias ligeras.

Debido al movimiento de giro que durante el funcionamiento realiza el árbol hueco 2 y los elementos de filtro unidos de forma rígida a la torsión con éste, se imparte un movimiento de giro a la columna de líquido que se encuentra dentro de la carcasa 1. Las fuerzas centrífugas resultantes se ocupan de la migración de las sustancias contenidas en el líquido, dentro del campo de la fuerza centrífuga. Las sustancias activas más pesadas se transportan entonces en sentido contrario a las sustancias más ligeras. Se designan como sustancias más pesadas aquellas sustancias que tienen una densidad específica mayor que la del líquido. Se designan como sustancias más ligeras aquellas sustancias que tienen una densidad específica inferior a la del líquido. Las sustancias más pesadas contenidas en el líquido 30 que penetra se aceleran radialmente hacia el exterior debido a su densidad durante el funcionamiento del dispositivo separador, y se acumulan en la zona de la superficie envolvente de la carcasa 1, donde pueden salir de la carcasa 1 a través de los orificios de salida 44, 56. Las sustancias ligeras se acumulan debido a su menor densidad junto a la superficie envolvente exterior del árbol hueco. El movimiento de las sustancias más pesadas es provocado por un flujo de abajo hacia arriba en el interior del dispositivo.

De acuerdo con la presente invención, los elementos de filtro 5, 6 y 7 en forma de disco de corona anular o de disco circular, tienen unos orificios de paso 48. Tal como se puede ver en la figura 1, los orificios de paso 48 están dispuestos respectivamente a la misma distancia radial respecto al eje de giro 3 del árbol hueco 2. Debido al movimiento de giro del árbol hueco 2 con los elementos de filtro 5, 6 y 7, queda garantizado, durante el funcionamiento del dispositivo separador, que las sustancias ligeras, que por su escasa densidad se acumulan en las proximidades del árbol hueco 2, asciendan hacia arriba, hacia el orificio de salida 46 o puedan migrar o fluir.

Como se puede ver en la figura 2, los distintos elementos de filtro 5 del dispositivo separador representado en la figura 1 están realizados como disco de corona circular con un orificio central 49. El orificio central 49 de los elementos de filtro, huecos por su interior, asegura que el filtrado pueda pasar desde el interior de los elementos de filtro al árbol hueco 2, a través de los orificios correspondientes. Las fuerzas centrífugas provocan la constante retirada de la capa de cubierta (polarización de concentración) de la superficie filtrante de los elementos de filtro en forma de corona circular o de forma circular, procurando un flujo continuo y uniforme a través de la membrana. La relación entre el volumen de filtrado y el volumen de afluencia es el que determina la concentración de las sustancias no filtrables en las salidas 44, 56.

En la figura 3 está representada una forma de realización alternativa de un elemento de filtro 50. El elemento de filtro 50 también está realizado como disco de corona circular, pero que tiene un orificio central 51 mayor que el del elemento de filtro 5 representado en la figura 2. Desde el orificio central 51 salen unos radios huecos 52, 53, 54 y 55 que discurren radialmente hacia el interior y que comunican el interior del elemento de filtro 50 con el árbol hueco 2. Obviamente se han previsto en la zona de los interfaces entre los radios 52 a 55 y el árbol hueco 2, los correspondientes orificios en el árbol hueco 2 que permitan el paso del filtrado. Al mismo tiempo, los radios 52 a 55 aseguran en estado instalado del elemento de filtro 50, que las sustancias ligeras puedan pasar sin obstáculos en la dirección del eje de giro 3 del árbol hueco 2, entre los radios 52 a 55. De esta manera se asegura una ascensión prácticamente sin obstáculos de las sustancias ligeras en la zona del árbol hueco 2.

En la figura 4 se ha representado otra forma de realización de un dispositivo separador conforme a la invención. El dispositivo separador comprende una carcasa 60 en cuyo interior se aloja giratorio un tambor 61 de forma cilíndrica circular. En el lado frontal inferior del tambor 61 está situada una tubuladura hueca 62, abierta por el extremo, que permite la entrada del líquido a filtrar al interior del tambor 61. En la cara frontal superior del tambor 61 está situada una tubuladura hueca 63 abierta por su extremo, que permite la salida de sustancias ligeras del interior del tambor 61.

La carcasa 60 va cerrada por la parte inferior por

un fondo 65 y por la parte superior por una tapa 64. La carcasa 61 tiene forma cilíndrica circular, igual que el tambor 61, y presenta un diámetro algo mayor que el del tambor 61. El tambor 61 va apoyado a través de las tubuladuras huecas 62 y 63 en el fondo 65 de la carcasa 60 y en la tapa 64 de la carcasa 60.

Una multitud de elementos de filtro 66, 67 están unidos radialmente por el exterior a prueba de torsión con la superficie envolvente del tambor 61. Los elementos de filtro 66, 67 van fijados en la dirección del eje de giro 3 por medio de unos anillos de fijación 68, 69, 70. Los anillos de fijación 68, 69, 70 sirven además para sellar los interfaces entre los elementos de filtro 66, 67 y la superficie envolvente del tambor 61. En la zona de los elementos de filtro, el tambor es permeable para el líquido filtrado. Tal como se puede ver especialmente en la figura 5, los elementos de filtro 66, 67 tienen forma de discos de corona anular con un orificio de paso central 72. Los orificios de paso centrales 72 garantizan que las sustancias ligeras, que durante el funcionamiento del dispositivo separador se acumulan en la zona del eje de giro 3 del tambor 61, puedan ascender hacia el orificio de salida 63 sin encontrar obstáculos. Un orificio de salida para sustancias pesadas está previsto radialmente en la parte exterior del borde superior del tambor 61 y lleva la designación 73. A través del orificio de salida 73, las sustancias pesadas pasan a la tapa 64 que es hueca, y de ahí a un orificio de salida 74 previsto radialmente en la parte exterior de la tapa 64. Otro orificio de salida para sustancias pesadas está previsto radialmente en la parte exterior del borde inferior del tambor 61 y está designado por 80. A través del orificio de salida 80 las sustancias pesadas llegan al fondo 65, de forma hueca, y de ahí a un orificio de salida 79 previsto radialmente en la parte exterior del fondo 65.

Los elementos de filtro 66, 67 están dotados en la parte radial exterior de unos orificios de paso 78 que transcurren en la dirección del eje de giro 3 del tambor 61. Los orificios de paso 78 aseguran el paso de las sustancias sólidas e impiden de esta manera que en la parte radial exterior de los elementos de filtro se formen incrustaciones. En la pared frontal inferior del tambor 61 están previstos en la parte radial exterior uno o varios orificios de paso (no representados). Éstos permiten el paso de las sustancias sólidas, que tengan un peso específico mayor que el del líquido que se trata de filtrar, hacia por lo menos un orificio de salida 79 dispuesto radialmente en la parte exterior de la pared frontal inferior de la carcasa 60. Los elementos de filtro en forma de disco circular también pueden estar realizados de forma segmentada, de manera que los intersticios permitan el paso de cuerpos sólidos, o estar dispuestos como en las turbinas.

Durante el funcionamiento del dispositivo de filtrado representado en las figuras 1 a 5, un líquido que se trata de filtrar, por ejemplo una suspensión, se transporta por ejemplo por medio de una bomba a través de los orificios de entrada 28, 62 al interior de la carcasa 1 o del tambor 61, respectivamente. El líquido es aspirado a través de los elementos de filtro y extraído a través del árbol hueco, que está en comunicación fluídica con los elementos de filtro, o a través del espacio anular entre el tambor 61 y la carcasa 60, respectivamente. Debido al movimiento del líquido que se produce durante la rotación de los elementos de filtro y por las fuerzas centrífugas que actúan sobre el líquido, se puede evitar de forma eficaz que se forme una capa de recubrimiento indeseable en los elementos de filtro. La presión a través de la membrana necesaria para la filtración se puede conseguir, por ejemplo, aplicando una depresión por el lado del filtrado, o aplicando una sobrepresión en el orificio de entrada del dispositivo de separación. Además es conveniente que para generar el gradiente de presión a través de la membrana, que se requiere, se aproveche la presión hidrostática o hidrodinámica existente en muchas de las plantas de tratamiento de aguas adecuadas para el empleo del dispositivo de separación descrito. Las modernas plantas depuradoras de aguas residuales presentan, por ejemplo, reactores de activación de hasta 20 metros de altura, con lo cual puede obtenerse un gradiente de presión a través de la membrana de casi 2 bar, debido a la presión hidrostática.

Los elementos de filtro pueden estar realizados como cuerpos huecos o bastidores huecos que presenten membranas o que estén revestidos de membranas. Para ello se pueden utilizar las membranas técnicas que se vienen empleando usualmente en la técnica de separación por membranas, por ejemplo membranas de polímeros, filtros de membrana, membranas de ultrafiltración, membranas de microfiltración o membranas de nanofiltración.

El árbol hueco 2 representado en la figura 1 puede estar realizado de una sola pieza o en varias partes a partir de varios tramos huecos, por ejemplo, en forma tubular, estando separados los diferentes tramos del árbol hueco por medio de los elementos de filtro dispuestos entre ellos, en particular discos filtrantes, y hacia el lado del líquido que se trata de filtrar, estar unido con éstos de forma estanca a los líquidos. Lo esencial es que entre el interior del árbol hueco o el interior del espacio anular, entre el tambor y la carcasa, exista una comunicación de fluido en forma de por lo menos un orificio que permita el paso del filtrado.

El dispositivo de separación o de filtración puede utilizarse tanto en sistemas que trabajen de forma aerobia como anaerobia, por ejemplo sistemas de tratamiento de aguas residuales o sistemas de preparación del agua. El dispositivo de filtrado puede instalarse, por ejemplo, en la etapa de activación de una planta depuradora, y representa un sistema moderno para la retención de biomasa y sirve por lo tanto para la reconcentración de la biomasa. Obviamente, el dispositivo de filtrado se puede emplear también en la separación del afluente a las plantas depuradoras, después de o en lugar de la depuración previa. De este modo el afluente se separa en un concentrado rico en carbono y un filtrado pobre en carbono, que se puede convertir, por ejemplo, de forma aerobia en reactores de alto rendimiento para aguas residuales. Obviamente existe también la posibilidad de emplear el dispositivo de filtrado para la obtención de agua potable a partir de aguas superficiales. El dispositivo de separación también puede llevar dispositivos para la introducción de aire o gas, con el fin de permitir un funcionamiento aerobio.

La carcasa 1, 60 tiene preferentemente una forma esencialmente de cilindro circular, cuyo eje longitudinal esté dispuesto preferentemente en dirección vertical, o sea perpendicular a una base horizontal. El eje de giro de los elementos de filtro está dispuesto también preferentemente en dirección vertical, es decir perpendicular a una base horizontal. Además de esto, el orificio de entrada 28, 62 a la carcasa 1 o al tambor 61, respectivamente, está dispuesto en el fondo de

la carcasa 1 o en la tapa inferior 20, respectivamente, en la cara frontal inferior del tambor 61. Esta disposición asegura que las sustancias ligeras contenidas en la carcasa 1 o en el tambor 61, respectivamente, asciendan paralelas o a lo largo del eje de giro 3 de los elementos de filtro. De acuerdo con la invención, mediante los orificios de paso 48, los radios 52 a 55 y/o los orificios de paso centrales 72 se posibilita un ascenso de las sustancias ligeras dentro del dispositivo de separación, prácticamente sin obstáculos.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para separar de un líquido sustancias, en particular sustancias sólidas, fases líquidas de diferente densidad y/o gases, con varios elementos de filtro (5, 6, 7) que pueden girar alrededor de un eje de giro (3) y tienen esencialmente forma de disco, que se alojan giratorios alrededor del eje de giro (3) dentro de una carcasa (1) y que están unidos a prueba de torsión con un árbol hueco (2) dispuesto concéntrico al eje de giro (3), que presenta un orificio de entrada (28) para el líquido, por lo menos un orificio de salida (44, 56) dispuesto radialmente en el exterior, para las sustancias pesadas separadas por rotación, y por lo menos un orificio de salida central (32) para el líquido filtrado, **caracterizado** porque las superficies interiores de los elementos de filtro (5, 6, 7) están en comunicación con el espacio interior del árbol hueco (2) a través de unos orificios de paso centrales (49), para la evacuación del líquido filtrado, porque en la zona de o en las proximidades del eje de giro (3) de los elementos de filtro está previsto en los elementos de filtro por lo menos un orificio de paso (48) para sustancias que tengan una densidad menor que la del líquido, y porque en la tapa (34) de la carcasa (1), en las proximidades del árbol hueco (2), está dispuesto un orificio de salida (46) para la salida de las sustancias con una densidad menor que la del líquido.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los elementos de filtro (5, 6, 7) están realizados en forma de disco de corona anular.

3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** porque los orificios de paso (48) en los elementos de filtro (5, 6, 7) están dispuestos esencialmente a la misma distancia radial respecto al árbol hueco (2).

4. Dispositivo para separar de un líquido sustancias, en particular sustancias sólidas, fases líquidas de diferente densidad y/o gases, con varios elementos de filtro (5, 6, 7; 50) realizados esencialmente en forma de disco y que pueden girar alrededor de un eje de giro (3), que se alojan giratorios alrededor del eje de giro (3) dentro de una carcasa (1) que presenta un orificio de entrada (28) para el líquido, por lo menos un orificio de salida (44, 56) dispuesto radialmente en la parte exterior, para las sustancias pesadas separadas por rotación, y por lo menos un orificio de salida central (32) para el líquido filtrado, **caracterizado** porque los elementos de filtro están realizados en forma de disco de corona anular con un gran orificio central (51), porque los espacios interiores de los elementos de filtro están en comunicación con el espacio interior del árbol hueco (2), situado concéntrico con respecto al eje de giro, por medio de varios radios huecos (52, 53, 54, 55) separados entre sí en dirección periférica y en la zona del orificio central (51), para la evacuación del líquido filtrado, y porque en la tapa (34) de la carcasa, en las proximidades del árbol hueco (2), está dispuesto un orificio de salida adicional (46) para la salida de las sustancias con una densidad inferior a la del líquido.

5. Dispositivo para separar de un líquido sustancias, en particular sustancias sólidas, fases líquidas de diferente densidad y/o gases, que comprende varios elementos de filtro (66, 67), realizados en forma de disco de corona anular, un tambor en forma de cilindro circular (61) y una carcasa (60), estando los elementos de filtro (66, 67) unidos radialmente y a prueba de torsión con la superficie envolvente del tambor (61), y estando fijados en dirección del eje de giro (3) por medio de anillos de fijación (68, 69, 70), que sellan los interfaces entre los elementos de filtro (66, 67) y la superficie envolvente del tambor (61), presentando un orificio central (72) para el paso de sustancias con una densidad inferior a la del líquido, y que presentan en la parte radial exterior, dentro del tambor (61), por lo menos un orificio de paso (78) para el paso de las sustancias pesadas, estando alojado el tambor (61) en la carcasa (60), giratorio alrededor de un eje de giro (3), siendo permeable para el líquido filtrado en la zona de los elementos de filtro (66, 67), de manera que los elementos de filtro (66, 67) están en comunicación con un espacio anular (entre 60 y 61), situado concéntrico al eje de giro (3) de los elementos de filtro y radialmente en el exterior de los elementos de filtro, y que presenta por lo menos un orificio de salida (73, 80) para las sustancias pesadas, dispuesto radialmente en el exterior, en la cara frontal del tambor, y donde la carcasa (60) presenta un orificio (62) para la entrada al interior del tambor (61) del líquido a filtrar, por lo menos un orificio de salida (74, 79) para las sustancias pesadas, dispuesto radialmente en la parte exterior en la tapa (64) y/o en el fondo (65), por lo menos un orificio de salida (71) para el líquido filtrado, dispuesto radialmente en el exterior en la zona de los elementos de filtro, y por lo menos un orificio de salida (63) para la salida de las sustancias con una densidad inferior a la del líquido, dispuesto en la tapa (64) en las proximidades del eje de giro (3).

6. Dispositivo según la reivindicación 5, **caracterizado** porque en la cara frontal inferior del tambor está prevista como orificio de entrada (62), una tubuladura de entrada para el líquido, y en la cara frontal superior del tambor y como orificio de salida (63) una tubuladura de salida para las sustancias ligeras.

7. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado** porque la tubuladura de entrada (62) y la tubuladura de salida (63) están dispuestas concéntricas con respecto a los elementos de filtro (66, 67) y se emplean para el apoyo del tambor (61).

8. Procedimiento para separar de un líquido sustancias, en particular sustancias sólidas, fases líquidas de diferente densidad y/o gases, donde el líquido se introduce en un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, y mediante la aplicación de un gradiente de presión se imparte un movimiento de rotación a los elementos de filtro y se filtra.

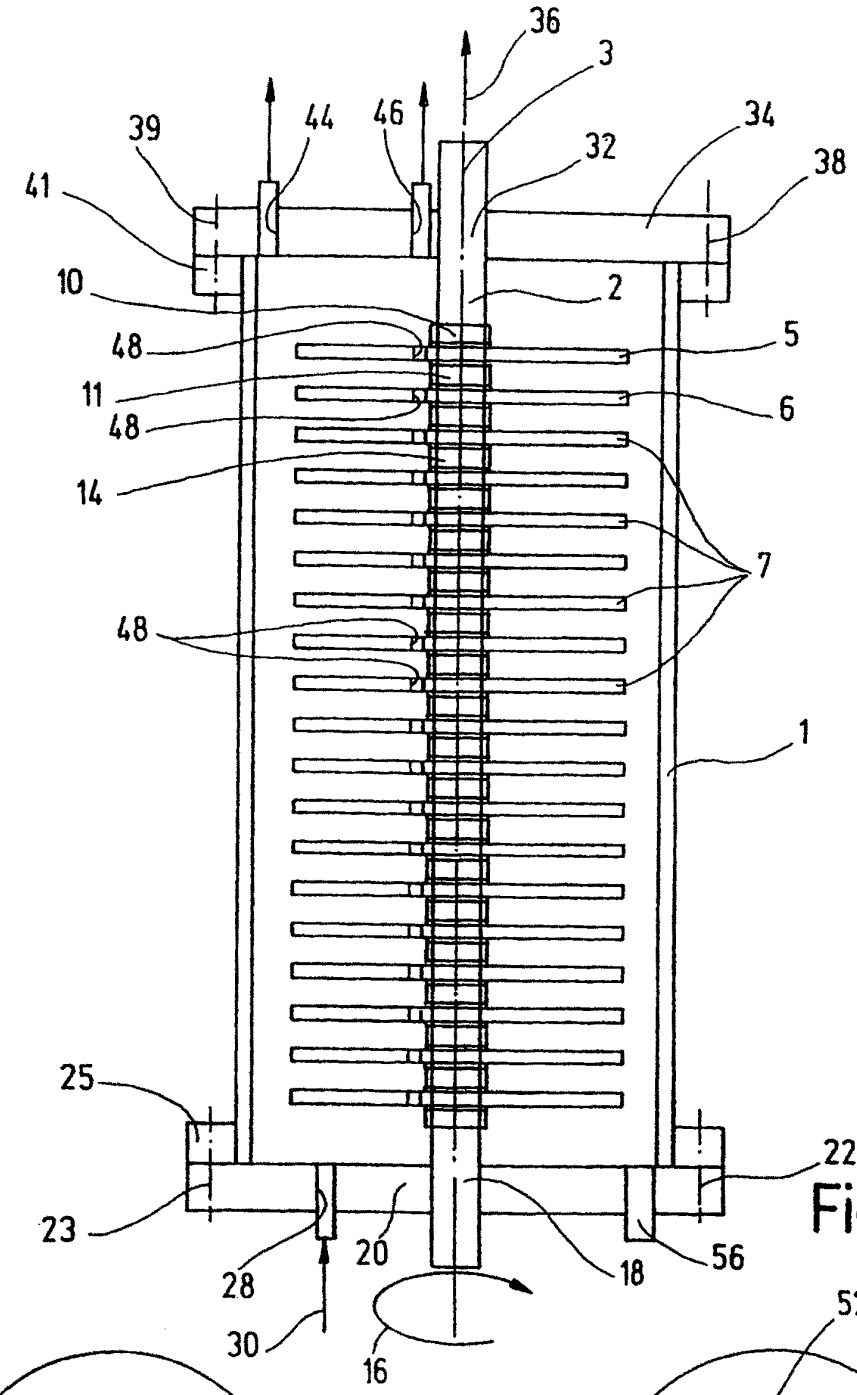

Fig.1

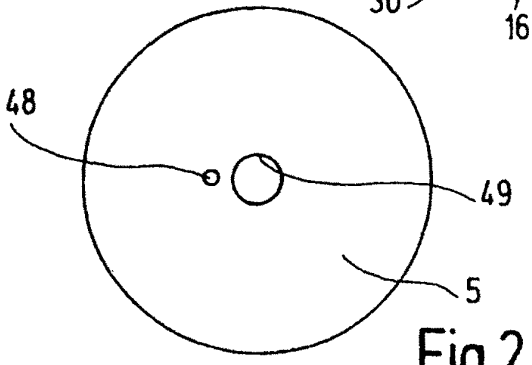

Fig.2

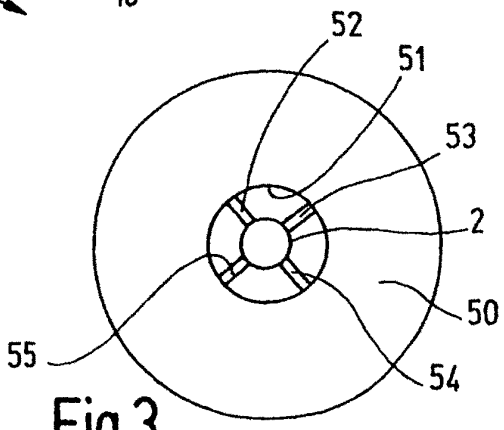

Fig.3

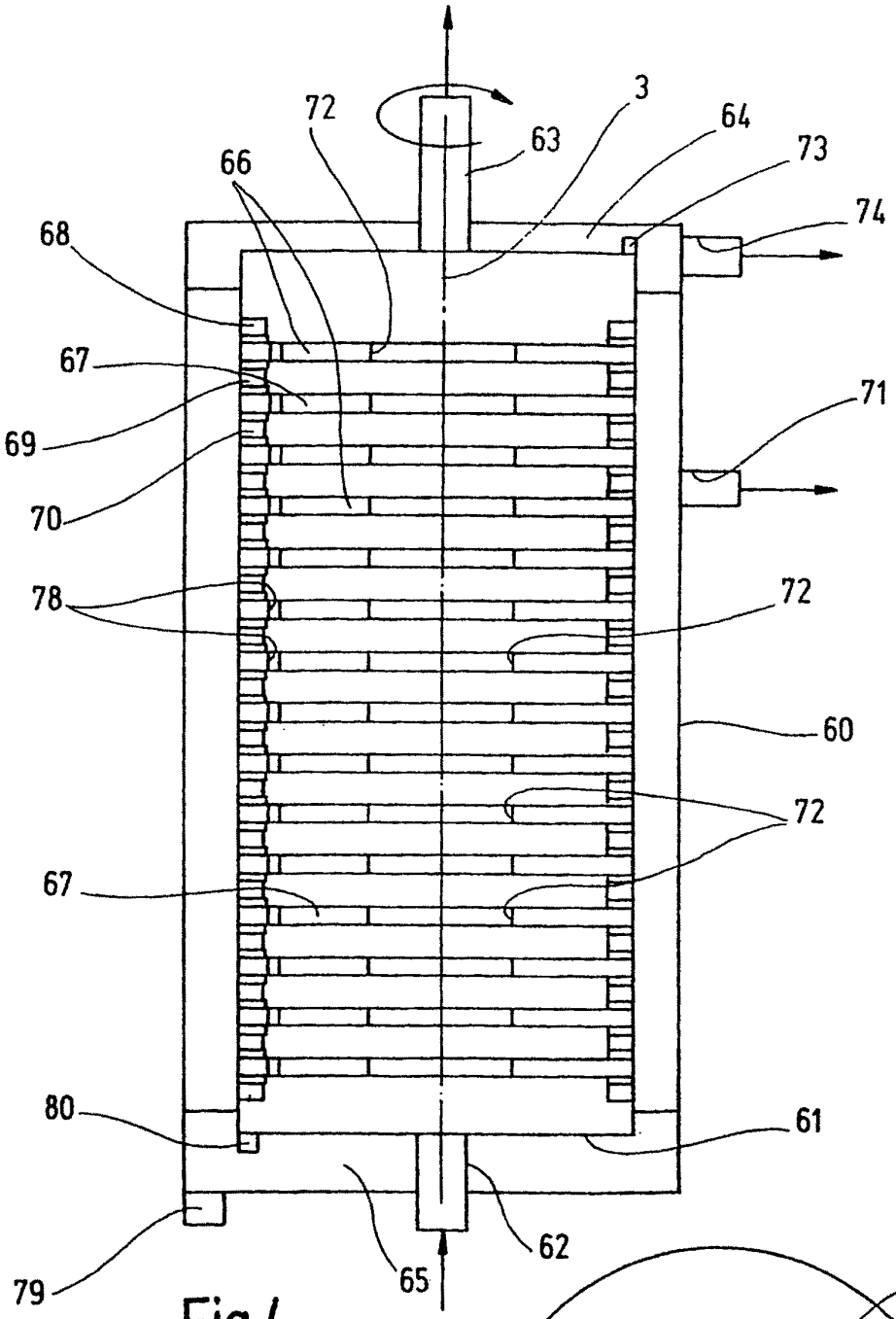

Fig.4

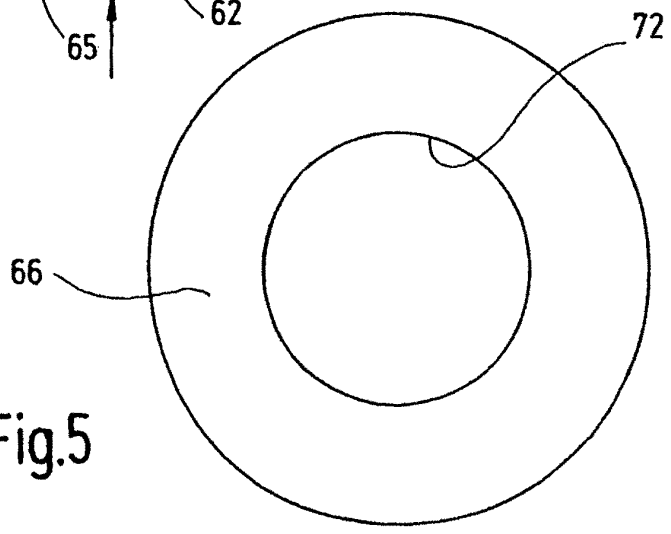

Fig.5