

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 756 529**

51 Int. Cl.:

B03C 1/28 (2006.01)

B03C 1/033 (2006.01)

B03C 1/00 (2006.01)

C02F 1/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.07.2014 PCT/NL2014/050514**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.01.2015 WO15012696**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.07.2014 E 14755929 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019 EP 3024585**

54 Título: **Dispositivo de filtro y método para eliminar partículas magnetizables de un fluido**

30 Prioridad:

25.07.2013 NL 2011221

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

27.04.2020

73 Titular/es:

**ESSELENT SOLUTIONS B.V. (100.0%)
Groenewoud 25 A
5151RM Drunen, NL**

72 Inventor/es:

**VAN SCHIE, LODEWIJK JOHANNES
GIJSBERTUS y
VAN HULTEN, MARINUS ARNOLDUS
WILHELMUS MARIA**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 756 529 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de filtro y método para eliminar partículas magnetizables de un fluido

La invención se refiere a un dispositivo de filtro para eliminar partículas magnetizables de un fluido, que comprende: al menos un árbol central, al menos un tornillo sin fin que rodea al árbol central, en donde un lado interior del tornillo sin fin se ajusta de manera sustancialmente estrecha sobre una pared exterior del árbol alargado, al menos un alojamiento que rodea el tornillo sin fin en su totalidad, en donde una pared interior del alojamiento está conectada rígidamente a un lado exterior del tornillo sin fin, por lo que se forma un canal helicoidal en el dispositivo, en donde el alojamiento está provisto de una alimentación para un fluido que lleva partículas magnetizables que se conecta al canal helicoidal y de una descarga para el fluido al menos parcialmente purificado de las partículas que se conecta al canal helicoidal, y al menos un imán alojado en el árbol central para generar un campo magnético en el canal helicoidal de tal manera que las partículas se depositen en una pared exterior del árbol central, y en donde el tornillo sin fin, por un lado, y el árbol central, por otro, son giratorios uno con respecto al otro con el fin de permitir el transporte de partículas depositadas en dirección axial.

La invención también se refiere a un método para eliminar partículas magnetizables de un fluido, particularmente haciendo uso de un dispositivo según la invención, que comprende los pasos de: A) guiar un fluido portador de partículas magnetizables a través de un canal helicoidal, estando delimitado este canal helicoidal por una pluralidad de paredes laterales y un tornillo sin fin que se extiende entre ellas, en donde el canal helicoidal está delimitado en un lado interior por un árbol central, B) someter al fluido portador de partículas magnetizables a un campo magnético en el canal helicoidal, por lo que al menos parte de las partículas se depositarán contra el árbol central, y C) hacer que el tornillo sin fin y al menos una pared lateral giren axialmente uno con respecto a otra, por lo que las partículas depositadas se transportan en dirección axial, en donde el árbol central se hace girar axialmente.

Se conocen los separadores magnéticos, también conocidos como filtros magnéticos, y se aplican, entre otros fines, para eliminar partículas metálicas magnetizables del agua, del lubricante refrigerante y del aceite. Para este fin, se pone en contacto un imán con un flujo de líquido en el que están presentes partículas metálicas. Las partículas metálicas, o al menos algunas de ellas, se adherirán así al imán, por lo que el líquido se purifica de partículas metálicas. Sin embargo, es necesaria la limpieza del imán para evitar el bloqueo del separador magnético y permitir que el imán retenga la acción atractiva deseada. Debido a la unión de partículas metálicas al imán, las líneas de campo magnético tenderán generalmente a atravesar estas partículas metálicas unidas, lo que disminuye la fuerza de atracción magnética en la dirección de las partículas metálicas aún por capturar. Sin embargo, la limpieza del imán es relativamente difícil. En el caso de una limpieza manual, el imán generalmente se retirará del flujo de líquido y se limpiará al rasparlo, lo que es intensivo en mano de obra. Hacer que el imán se limpie automáticamente mediante un dispositivo mecánico es relativamente difícil como resultado de las fuerzas magnéticas relativamente fuertes que se producen entre el imán y las partículas capturadas retenidas rápidamente por el imán, y generalmente tiene que tener lugar aplicando medios auxiliares hidráulicos. El trabajo de mantenimiento intensivo en el caso de la limpieza manual, así como los complejos y costosos medios técnicos auxiliares necesarios en el caso de la limpieza automatizada, hacen que la limpieza del imán sea relativamente cara.

El documento DE 11 34 173 B describe un filtro magnético para eliminar partículas magnéticas de un líquido que consiste en una cámara anular encerrada por dos envueltas concéntricas, en donde la envuelta interior está provista de imanes. En una realización, la cámara anular está provista de un raspador helicoidal giratorio configurado para raspar y descargar partículas magnéticas.

Un objeto de la invención es proporcionar un dispositivo mejorado, en particular relativamente eficiente, para eliminar partículas magnetizables de un fluido.

La invención proporciona para este propósito un dispositivo de filtro del tipo indicado en el preámbulo, caracterizado por que la descarga se encuentra a una distancia de la alimentación, de tal manera que el dispositivo de filtro está configurado para forzar que el fluido fluya desde la alimentación, a través del canal helicoidal según una trayectoria de flujo helicoidal, hasta la descarga. Aquí, el tornillo sin fin, por un lado, y el árbol central, por otro, son giratorios uno con respecto al otro, preferiblemente coaxialmente giratorios, con el fin de permitir el transporte de partículas metálicas ferromagnéticas depositadas en dirección axial. El dispositivo de filtro según la invención también puede denominarse separador magnético mejorado. La mejora radica en la aplicación de un tornillo sin fin que, al igual que un tornillo de Arquímedes, se hace girar axialmente con respecto al árbol central y, de este modo, raspa de forma continua o semicontinua la pared exterior del árbol central durante el flujo a través del canal helicoidal (o en espiral), en donde las partículas metálicas ferromagnéticas depositadas pueden transportarse en una dirección axial deseada y descargarse posteriormente. De este modo, las partículas metálicas depositadas pueden descargarse de una forma relativamente eficiente durante el uso regular del dispositivo de filtro. De esta manera, se puede evitar la obstrucción del dispositivo de filtro, y particularmente del canal helicoidal, y, por otro lado, es posible garantizar que los campos magnéticos generados continúen atravesando el fluido para permitir la captura de más partículas metálicas ferromagnéticas. Solo las partículas que pueden magnetizarse (son magnetizables) pueden capturarse mediante uno o más imanes aplicados. Estas son generalmente partículas metálicas de naturaleza ferromagnética. Hay cuatro elementos ferromagnéticos, es decir, hierro, níquel, cobalto y gadolinio. Neodimio y disprosio son ferromagnéticos a temperaturas muy bajas. Sin embargo, hay muchas más aleaciones ferromagnéticas, y también

hay materiales sinterizados que son magnéticos, tales como la ferrita, que comprende uno o más de los elementos mencionados anteriormente. Los tipos de acero inoxidable de la serie AISI 400 y los tipos de acero inoxidable dúplex también son magnetizables, y sus partículas también pueden capturarse por medio del dispositivo de filtro según la invención. Los términos partículas metálicas y partículas magnetizables se consideran equivalentes en el contexto de esta memoria de patente. Las partículas metálicas pueden tener un diámetro pequeño del orden de magnitud de uno o varios micrómetros, pero también pueden ser mucho más grandes y pueden, por ejemplo, estar formadas por pernos y tuercas magnetizables. El dispositivo de filtro se aplicará generalmente con el propósito de purificar un flujo de líquido industrial, en particular un flujo de agua, de partículas metálicas (ferromagnéticas). Estas partículas metálicas se originan generalmente por el uso de máquinas de procesamiento de materiales, tales como para fresado y taladrado, que producen astillas metálicas y virutas metálicas durante su uso. Como fluido, el agua generalmente se aplica como líquido refrigerante y se ensucia con las partículas metálicas durante el enfriamiento de tales máquinas. También se pueden aplicar otros tipos de fluidos, tales como aceite, o incluso gases en el dispositivo de filtro en lugar de agua. El fluido en el que se dispersan las partículas magnetizables puede ser de naturaleza diversa. Para permitir la eliminación más eficiente posible de las partículas metálicas de un fluido, es ventajoso que el fluido sea guiado a través del canal helicoidal en una dirección opuesta a la dirección en la que las partículas metálicas depositadas son transportadas y descargadas.

Aunque es posible prever la aplicación de uno o más electroimanes como un imán, se recomienda generalmente desde un punto de vista financiero aplicar uno o más imanes permanentes. Al menos un imán está alojado en el árbol central. Esto asegura que las partículas metálicas ferromagnéticas se depositarán en la pared exterior del árbol central, lo que generalmente facilita la limpieza del dispositivo de filtro. Una pluralidad de imanes se aloja más preferiblemente en el árbol central. De esta manera, el campo magnético puede extenderse en dirección axial de manera controlada, por lo que generalmente se pueden eliminar más partículas, en particular partículas metálicas ferromagnéticas, del fluido, en particular del flujo de líquido. Aquí es particularmente ventajoso que se coloque una pluralidad de imanes en series alternas, por lo que se forman polos equivalentes entre los imanes. Los imanes están dispuestos de este modo con los mismos polos (Norte (N) o Sur (S)) de imanes mutuamente adyacentes entre ellos, por lo que se aplica, por ejemplo, la siguiente disposición de imanes: ((N-S)- (S-N))_n, en donde $n \geq 1$. El uno o más imanes están dispuestos preferiblemente de tal modo que las líneas de campo magnético se extiendan entre la alimentación y la descarga del alojamiento de tal modo que durante el desplazamiento en la dirección de la descarga, las partículas no pasen ninguna transición de polo magnético. La fuerza magnética ejercida sobre las partículas actúa de esta manera preferiblemente de manera sustancialmente continua en la misma dirección entre la alimentación y la descarga, por lo que las líneas de campo magnético facilitarán y no dificultarán el desplazamiento. En esta variante de la realización, los polos magnéticos efectivos se colocan, por un lado, en un lado de la alimentación que está alejado de la descarga y, por otro, en un lado de la descarga que está alejado de la alimentación. En ese caso, no estará presente una transición de polo entre la alimentación y la descarga. La densidad de flujo magnético en estos polos equivalentes asciende preferiblemente al menos a 5000 Gauss (0,5 T) para poder ejercer una fuerza de atracción suficiente sobre las partículas metálicas con el fin de extraerlas del flujo de fluido. Debido a que las partículas metálicas tienden a depositarse particularmente sobre y alrededor de los polos magnéticos, esta disposición particular de los imanes crea líneas de deposición formadas por partículas metálicas y visibles en el árbol central (o en el alojamiento). La longitud de los imanes se limita deliberadamente aquí para que los polos se sucedan entre ellos a una distancia relativamente corta (1-3 cm). Además, es ventajoso que una parte, particularmente un extremo exterior, del árbol central no esté provista de imanes. Esto hace posible desplazar las partículas metálicas unidas por medio del tornillo sin fin a esta parte sin imán, donde las partículas metálicas se pueden quitar con relativa facilidad del árbol central.

El tornillo sin fin y el alojamiento están conectados rígidamente entre ellos. Esto facilita la fijación mutua de los dos componentes. Dado que el alojamiento y el tornillo sin fin se fabrican generalmente de metal, particularmente de acero inoxidable, o plástico, el tornillo sin fin y el alojamiento se pueden conectar entre ellos mediante una conexión soldada. El tornillo sin fin y el árbol central se ajustan estrechamente entre ellos y preferiblemente ejercen una sollicitación uno sobre otro. Esto evita la formación de huecos entre el tornillo sin fin y el árbol central, por lo que el tornillo sin fin puede raspar la pared exterior del árbol central y desplazar las partículas metálicas depositadas sobre él de manera relativamente fiable. Este acoplamiento mutuo debe ser tal que preferiblemente se evite el daño al tornillo sin fin y al árbol central en la medida de lo posible. Por lo tanto, es ventajoso que el acoplamiento mutuo tenga lugar mediante la aplicación de un material de sellado resiliente (elástico). Este material de sellado puede formar una parte integral del árbol central y/o el tornillo sin fin, aunque preferiblemente está dispuesto como una capa separada en el lado interior del tornillo sin fin y/o la pared exterior del árbol central. Esto permite fabricar el tornillo sin fin y la pared exterior con materiales más fuertes y rígidos, tales como metal y/o plástico (duro), preferiblemente politetrafluoroetileno (PTFE), también conocido como Teflon®. El material de sellado se fabricará generalmente de plástico y/o cerámica. El material de sellado se puede pegar como una capa de sellado al árbol central. Asimismo, es posible concebir que la capa de sellado esté dispuesta alrededor del árbol central por contracción o por recubrimiento directo.

El árbol central tiene preferiblemente una sección transversal sustancialmente circular. Esta sección transversal es preferible y sustancialmente constante en dirección axial, por lo que el árbol central adopta una forma sustancialmente cilíndrica. Esto facilita que el tornillo sin fin se acople con el árbol central. El árbol central no necesita estar de por sí en el centro del dispositivo definido por el eje longitudinal del alojamiento, y también puede

colocarse en cierta medida excéntricamente. En el caso de un posicionamiento excéntrico del árbol central, la distancia entre el árbol central y el alojamiento alrededor del árbol central no será constante. Dado que esta distancia mutua se llena con el tornillo sin fin, también se aplicará entonces un tornillo sin fin con una cuchilla de tornillo que tiene un ancho que varía en la dirección periférica del tornillo sin fin. Sin embargo, dichas construcciones son en general relativamente caras de fabricar. En general, se recomienda mantener relativamente sencilla la construcción colocando el árbol central en el centro del tornillo sin fin. El alojamiento y el árbol central se colocan aquí coaxialmente. La distancia más corta entre el árbol central y el alojamiento generalmente es aquí de entre 2 y 5 centímetros. A tal distancia, sustancialmente todo el canal helicoidal puede someterse al campo magnético, mientras que al canal todavía se le puede dar una forma suficientemente grande.

Como se indicó anteriormente, el alojamiento se dispone preferiblemente sobre una superficie extrema con una descarga para partículas metálicas transportadas en la dirección de la superficie extrema por medio del tornillo sin fin. Esta superficie extrema está formada preferiblemente por un lado inferior, mediante el cual las partículas metálicas se transportan hacia abajo, en la dirección de la fuerza gravitacional, que generalmente aumenta la separación de las partículas (metálicas) con respecto al flujo de fluido a través de la descarga. La descarga generalmente se puede cerrar por medio de al menos una válvula de cierre, preferiblemente dos válvulas de cierre, por lo que primeramente se capturan suficientes partículas metálicas antes de ser descargadas a través de la descarga.

El dispositivo de filtro está configurado preferiblemente de tal manera que el alojamiento y el tornillo sin fin estén dispuestos de manera estacionaria, y en el que el árbol central esté dispuesto para rotación axial. El árbol central está configurado preferiblemente aquí para cooperar con un motor eléctrico con el fin de permitir la rotación axial del árbol. Este motor eléctrico generalmente se coloca por encima del árbol central. El motor eléctrico generalmente cooperará con el árbol central a través de una transmisión. Puede variar el número de revoluciones que el motor eléctrico puede hacer que haga el árbol central, pero preferiblemente se encuentra entre 2 y 10 revoluciones por minuto. Es ventajoso que el árbol central sea desplazable en dirección axial para permitir la expansión térmica en la dirección longitudinal, por lo que se evita la expansión térmica en la dirección del ancho en la medida de lo posible. El alojamiento está configurado preferiblemente para montaje estacionario en una estructura de soporte, particularmente un bastidor de soporte.

En una realización preferida, el dispositivo está provisto de medios de generación de turbulencias para generar un flujo de agua turbulento en el canal helicoidal. La creación de turbulencia en el canal helicoidal facilita generalmente la capacidad de captura magnética de las partículas metálicas ferromagnéticas. Los medios de generación de turbulencia pueden realizarse de diversas maneras y, por ejemplo, pueden formarse incorporando la alimentación y/o la descarga, que se conectan al alojamiento, de tal modo que el flujo de fluido se alimente o se descargue en ángulo, por ejemplo tangencialmente, hacia o desde el alojamiento. Esto obliga al flujo de fluido a atravesar uno o más ángulos (curvas cerradas), por lo que se genera turbulencia. También es posible prever la colocación de uno o más obstáculos, tales como deflectores, en el canal helicoidal, por lo cual se genera turbulencia. La turbulencia también puede crearse mediante la conformación del tornillo sin fin, por ejemplo, haciendo que el paso del tornillo sin fin varíe en dirección longitudinal. En general, es aún más ventajoso que el flujo del fluido en el canal helicoidal no sea de naturaleza laminar o turbulenta, sino de naturaleza rotativa, en donde el flujo se aleja del imán en la parte superior y se dirige hacia el imán en la parte inferior. La fuerza gravitacional asegura que las partículas se muevan en la dirección del fondo del canal y el flujo rotativo transporta estas partículas en la dirección del imán.

La invención también se refiere a un método para eliminar partículas magnetizables de un fluido como se indicó en el preámbulo, caracterizado por que durante el paso A) el fluido es forzado a fluir desde una alimentación a través del canal helicoidal según una trayectoria de flujo helicoidal hasta una descarga. Las ventajas y variantes de la realización ya se han descrito en detalle en lo anterior. El método también comprende preferiblemente un paso D), que comprende la descarga de las partículas depositadas (metálicas) transportadas por medio del tornillo sin fin. Esto da como resultado que las partículas metálicas se separen completamente del fluido, lo que generalmente mejora la purificación del fluido. El canal helicoidal está delimitado en un lado interior por un árbol central, y en donde el árbol central se hace girar axialmente durante el paso C). La rotación tiene lugar preferiblemente por medio de un motor eléctrico. Los pasos A)-C) mencionados anteriormente se realizan preferiblemente de manera simultánea, por lo que la punción del fluido, es decir, la separación de partículas magnetizables y el fluido, y el transporte, preferiblemente descarga, de las partículas tiene lugar simultáneamente. Esto hace posible realizar el método según la invención como un proceso continuo.

La invención se aclarará sobre la base de la realización de ejemplo no limitativa mostrada en las siguientes figuras. Aquí:

la figura 1 es una vista en perspectiva de un dispositivo de filtro según la invención,

la figura 2 es una vista lateral recortada del dispositivo de filtro según la figura 1,

la figura 3 muestra una sección transversal del dispositivo de filtro según la figura 2 a lo largo de la línea A-A, y

la figura 4 muestra una sección transversal del dispositivo de filtro según la figura 2 a lo largo de la línea B-B.

La figura 1 es una vista en perspectiva de un dispositivo de filtro 1 según la invención. El dispositivo de filtro 1 también se denomina separador magnético o filtro magnético. El dispositivo de filtro 1 comprende un árbol central giratorio 2 alrededor del cual está dispuesto un tornillo sin fin estacionario 3 (tornillo de Arquímedes) que se acopla con el árbol central 2, en donde el tornillo sin fin 3 está conectado en un lado periférico exterior a un alojamiento 4 por medio de una conexión soldada local (semicontinua). El alojamiento 4 rodea completamente el tornillo sin fin, aunque se ha omitido parcialmente en la figura 1 para visualizar el tornillo sin fin 3 y el árbol central 2. El alojamiento está provisto de una alimentación 5 para el agua de proceso que transporta partículas metálicas y de una descarga 6 en una posición más alta para agua purificada al menos parcialmente. Una superficie extrema superior 4a del alojamiento 4 está acoplada con un motor eléctrico 7 para la rotación axial del árbol central 2. La dirección de rotación del árbol central 2 es en sentido horario como se ve en la vista superior. Una superficie extrema inferior 4b del alojamiento 4 está provista de una válvula de cierre 8 que se puede abrir y cerrar selectivamente por medio de un elemento de control neumático 9. La válvula de cierre 8 funciona como una descarga para partículas metálicas, como se explicará más adelante. El núcleo del árbol central 2 está provisto de una pluralidad de imanes permanentes 10 (véanse las figuras 3 y 4) que están dispuestos alternadamente para poder así formar polos equivalentes entre imanes adyacentes. Una pared exterior del árbol central 2 está fabricada de acero inoxidable, lo que también es el caso del tornillo sin fin 3 y el alojamiento 4. La pared exterior del árbol central 2 está cubierta completamente por una capa de película 11 (véanse las figuras 3 y 4) fabricada en Teflón®. La capa de película 11 sella un posible espacio entre el tornillo sin fin 3 y el árbol central 2 y, además, es lo suficientemente lisa como para permitir la rotación axial del árbol central 2 durante el acoplamiento con el tornillo sin fin estacionario 3. El alojamiento 4, el tornillo sin fin 3 y el árbol central 2 rodean mutuamente un canal helicoidal (en forma de sacacorchos) 12 al que se conectan tanto la alimentación 5 como la descarga 6. El ancho del canal helicoidal 12, formado por la distancia mutua entre el alojamiento 4 y el árbol central 2, es preferiblemente tal que las líneas de campo magnético generadas por los imanes 10 se extienden sobre todo el ancho del canal 12. En esta realización de ejemplo, este ancho asciende a aproximadamente 3 centímetros. La longitud del alojamiento 4 asciende a unos 60 centímetros. El diámetro del árbol central 2 asciende a aproximadamente 4 centímetros. La altura de cada imán asciende a aproximadamente 1,5 centímetros. La densidad de flujo magnético máxima en los polos equivalentes entre dos imanes asciende a aproximadamente 0,7 Tesla en esta realización de ejemplo. Una parte inferior del árbol central 2, con una longitud de aproximadamente 6,5 centímetros, no está provista de imanes. El tornillo sin fin 3 realiza aproximadamente 5 revoluciones en el alojamiento, lo que equivale a un paso de aproximadamente 12 centímetros. El motor eléctrico 7 está configurado para hacer girar el árbol central 2 a una velocidad de revolución de aproximadamente 5,7 revoluciones por minuto. El dispositivo de filtro 1 que se muestra en esta realización de ejemplo no limitativa es adecuado para procesar un máximo de 10 m³ de agua de proceso por hora.

El funcionamiento del dispositivo de filtro 1 se puede describir de la siguiente manera. Se bombea un flujo de proceso que transporta partículas metálicas a través de la alimentación 5 al interior del dispositivo de filtro 1 por medio de una bomba (no mostrada). Esta agua de proceso atravesará el canal helicoidal 12 y se descargará desde el dispositivo de filtro 1 a través de la descarga 6. Mientras el agua de proceso está fluyendo a través del canal helicoidal 12, el motor eléctrico 7 hará girar axialmente el árbol central 2. Debido a la presencia de imanes permanentes 10 en el árbol central, las partículas metálicas ferromagnéticas presentes en el agua de proceso serán atraídas por los imanes 10 y se depositarán en el árbol central 2, o al menos en la capa de película 11 dispuesta alrededor del árbol central 2. Como resultado de la rotación axial del árbol central 2 y, por lo tanto, de la capa de película 11, las partículas metálicas depositadas serán empujadas hacia abajo por el tornillo sin fin 3. Durante este desplazamiento hacia abajo, las partículas metálicas se moverán sobre la superficie de la capa de película 11 hasta que las partículas metálicas ya no sean atraídas por las líneas de campo magnético en la parte inferior del árbol central 2. La válvula de cierre 8 se accionará periódicamente por medio del elemento de control neumático 9, por lo cual las partículas metálicas pueden descargarse desde el dispositivo de filtro 1. Colocado a cierta distancia debajo de la válvula de cierre 8 se encuentra una segunda válvula de cierre (no mostrada). En esta realización de ejemplo, la válvula de cierre superior 8 está abierta durante el flujo a través del dispositivo de filtro 1, y la válvula de cierre inferior está colocada en una posición cerrada. Durante el flujo a través del dispositivo de filtro 1 partículas metálicas serán capturadas y transportadas a un compartimento de descarga formado entre las dos válvulas de cierre. Mediante un sensor (no mostrado) es posible detectar si el compartimento de descarga está suficientemente lleno de partículas metálicas. Si de hecho este fuera el caso, la válvula de cierre superior 8 se cierra entonces y la válvula de cierre inferior se abre para liberar y eliminar las partículas metálicas del dispositivo de filtro 1. Posiblemente se use aquí aire comprimido o agua para permitir un mejor vaciado del compartimento de descarga. Después de vaciar el compartimento de descarga, la válvula de cierre inferior se colocará nuevamente en posición cerrada y la válvula de cierre superior 8 se colocará en posición abierta. No es necesario apagar la bomba durante este proceso, por lo que el flujo a través del dispositivo de filtro 1 y, por lo tanto, la separación de, en esta realización de ejemplo, el flujo de agua y las partículas metálicas puede tener lugar de manera continua. Se pueden realizar así simultáneamente la purificación del agua de proceso y el transporte de las partículas metálicas ferromagnéticas capturadas en la dirección opuesta. En aras de la exhaustividad, se observa que el motor eléctrico 7 no se muestra en las figuras 2-4. La figura 4 muestra además que es posible optar por proporcionar la alimentación 5 con una entrada transversal (tangencial) para desarrollar turbulencia en el agua de proceso, lo que generalmente mejora la captura de partículas metálicas magnéticas o magnetizables. La misma medida se puede aplicar en la descarga 6 para el agua de proceso.

Será evidente que la invención no se limita a las realizaciones de ejemplo mostradas y descritas en la presente memoria, sino que dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas son posibles numerosas variantes que serán autoevidentes para el experto en la materia.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de filtro (1) para eliminar partículas magnetizables de un fluido, que comprende:
 - al menos un árbol central (2),
 - al menos un tornillo sin fin (3) que rodea el árbol central (2), en donde un lado interior del tornillo sin fin (3) se ajusta de manera sustancialmente estrecha sobre una pared exterior del árbol central (2),
 - al menos un alojamiento (4) que rodea el tornillo sin fin (3) en su totalidad, en donde una pared interior del alojamiento (4) está conectada rígidamente a un lado exterior del tornillo sin fin (3), por lo que se forma un canal helicoidal (12) en el dispositivo de filtro (1), en donde el alojamiento (4) está provisto de una alimentación (5) para un fluido portador de partículas magnetizables, que se conecta al canal helicoidal (12), y de una descarga (6) para el fluido purificado al menos parcialmente de las partículas magnetizables, que se conecta al canal helicoidal (12), y
 - al menos un imán (10) alojado en el árbol central (2) para generar un campo magnético en el canal helicoidal (12) de tal modo que las partículas magnetizables se depositen en una pared exterior del árbol central (2), y donde el tornillo sin fin (3), por un lado, y el árbol central (2), por otro, pueden girar uno con respecto a otro con el fin de permitir el transporte de partículas magnetizables depositadas en dirección axial, **caracterizado** por que la descarga (6) está ubicada a cierta distancia de la alimentación (5), de tal modo que el dispositivo de filtro (1) está configurado para forzar que el fluido fluya desde la alimentación (5) a través del canal helicoidal (12) según una trayectoria de flujo helicoidal hasta la descarga (6).
2. Dispositivo de filtro (1) según la reivindicación 1, en el que una pluralidad de imanes (10) están alojados en el árbol central (2).
3. Dispositivo de filtro (1) según la reivindicación 2, en el que una pluralidad de imanes (10) están colocados en series alternas, por lo cual se forman polos equivalentes entre los imanes (10).
4. Dispositivo de filtro (1) según la reivindicación 2 o 3, en el que una parte del árbol central (2) no está provista de imanes (10).
5. Dispositivo de filtro (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tornillo sin fin (3) y el árbol central (2) se conectan entre ellos de manera sustancialmente sellante.
6. Dispositivo de filtro (1) según la reivindicación 5, en el que el lado interior del tornillo sin fin (3) está provisto de una capa de sellado (11).
7. Dispositivo de filtro (1) según la reivindicación 5 o 6, en el que la pared exterior del árbol central (2) está provista de una capa de sellado (11).
8. Dispositivo de filtro (1) según la reivindicación 7, en el que la capa de sellado (11) está encolada al árbol central (2).
9. Dispositivo de filtro (1) según la reivindicación 7 u 8, en el que la capa de sellado (11) está fabricada al menos parcialmente de politetrafluoroetileno (PTFE).
10. Dispositivo de filtro (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el árbol central (2) está colocado en el centro del tornillo sin fin (3).
11. Dispositivo de filtro (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el árbol central (2) adopta una forma alargada.
12. Dispositivo de filtro (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el árbol central (2) está fabricado de acero inoxidable.
13. Dispositivo de filtro (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el alojamiento (4) está colocado en una posición sustancialmente vertical.
14. Dispositivo de filtro (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el alojamiento (4) está provisto, en una superficie extrema (4a, 4b), de una descarga (8) para partículas magnetizables transportadas en la dirección de la superficie extrema (4a, 4b) por medio del tornillo sin fin (3).
15. Dispositivo de filtro (1) según la reivindicación 14, en el que la descarga (8) para partículas magnetizables se puede cerrar.
16. Dispositivo de filtro (1) según la reivindicación 14 o 15, en el que la descarga (8) para partículas magnetizables está colocada en una superficie extrema inferior (4b) del alojamiento (4).

17. Dispositivo de filtro (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el árbol central (2) está configurado para cooperar con un motor eléctrico (7) con el fin de permitir la rotación axial del árbol (2).
18. Dispositivo de filtro (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el alojamiento (4) está configurado para montaje estacionario sobre una estructura de soporte, particularmente un bastidor de soporte.
- 5 19. Dispositivo de filtro (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la distancia más corta entre el árbol central (2) y el alojamiento (4) se sitúa entre 2 y 5 centímetros.
20. Dispositivo de filtro (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el árbol central (2) es desplazable en dirección axial.
- 10 21. Dispositivo de filtro (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de filtro (1) está provisto de medios de generación de turbulencia para generar un flujo turbulento del fluido en el canal helicoidal (12).
22. Método para separar partículas magnetizables de un fluido, particularmente haciendo uso de un dispositivo de filtro (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende los pasos de:
- 15 A) guiar un fluido portador de partículas magnetizables a través de un canal helicoidal (12), estando delimitado este canal helicoidal (12) por una pluralidad de paredes laterales (2, 4) y extendiéndose entre ellas un tornillo sin fin (3), en donde el canal helicoidal (12) está delimitado en un lado interior por un árbol central (2),
- B) someter al fluido portador de partículas magnetizables a un campo magnético en el canal helicoidal (12), por lo que al menos algunas de las partículas se depositarán contra el árbol central (2), y
- 20 C) hacer que el tornillo sin fin (3) y al menos una pared lateral (2, 4) giren axialmente uno con respecto a otra, por lo que las partículas magnetizables depositadas se transportan en dirección axial, haciéndose que gire axialmente el árbol central (2), **caracterizado** por que durante el paso A) el fluido es forzado a fluir desde una alimentación (5) a través del canal helicoidal (12) según una trayectoria de flujo helicoidal hasta una descarga (6).
23. Método según la reivindicación 22, en el que el método también comprende el paso D), que incluye descargar las partículas magnetizables depositadas transportadas por medio del tornillo sin fin (3).
- 25 24. Método según cualquiera de las reivindicaciones 22-23, en el que se realizan simultáneamente los pasos A) - C).

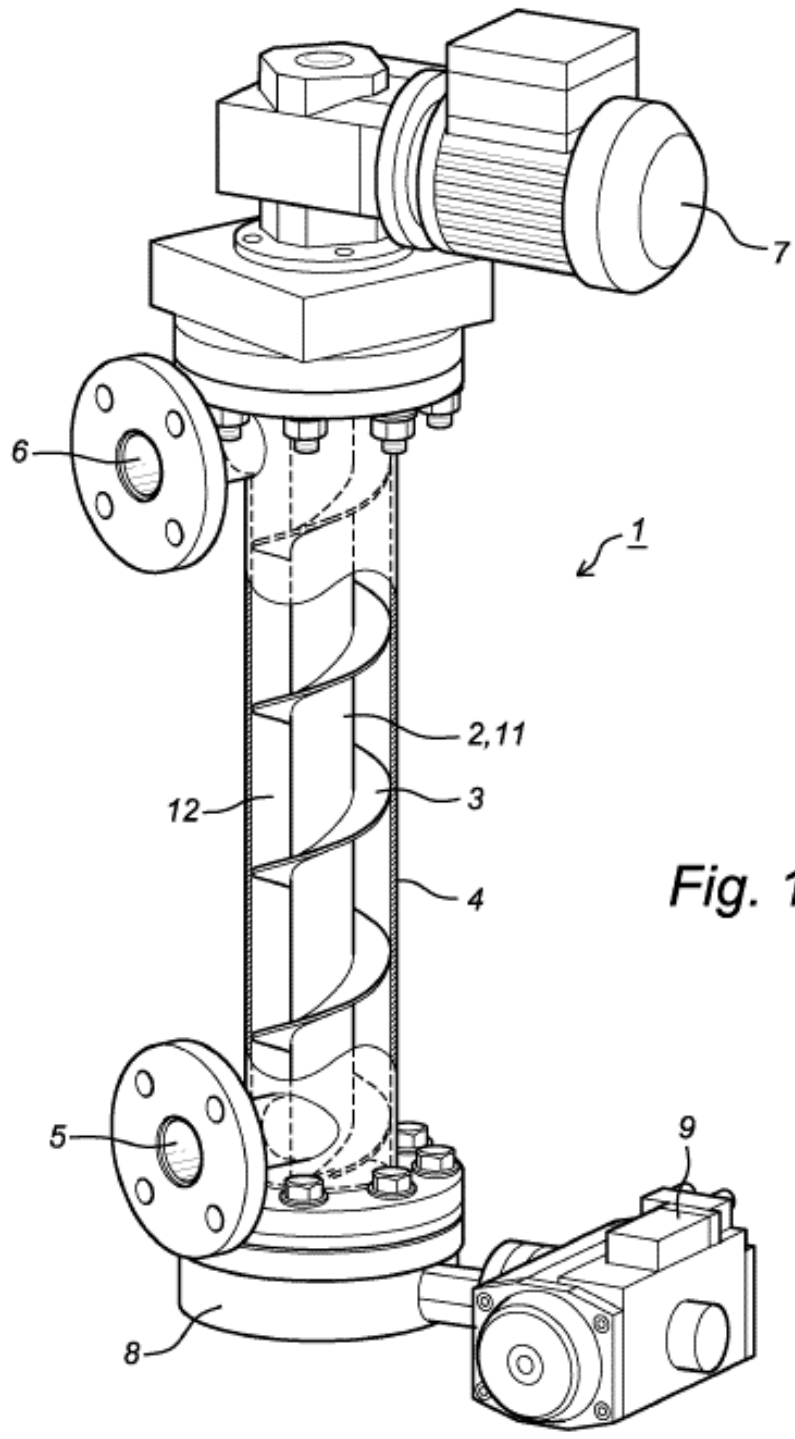


Fig. 1

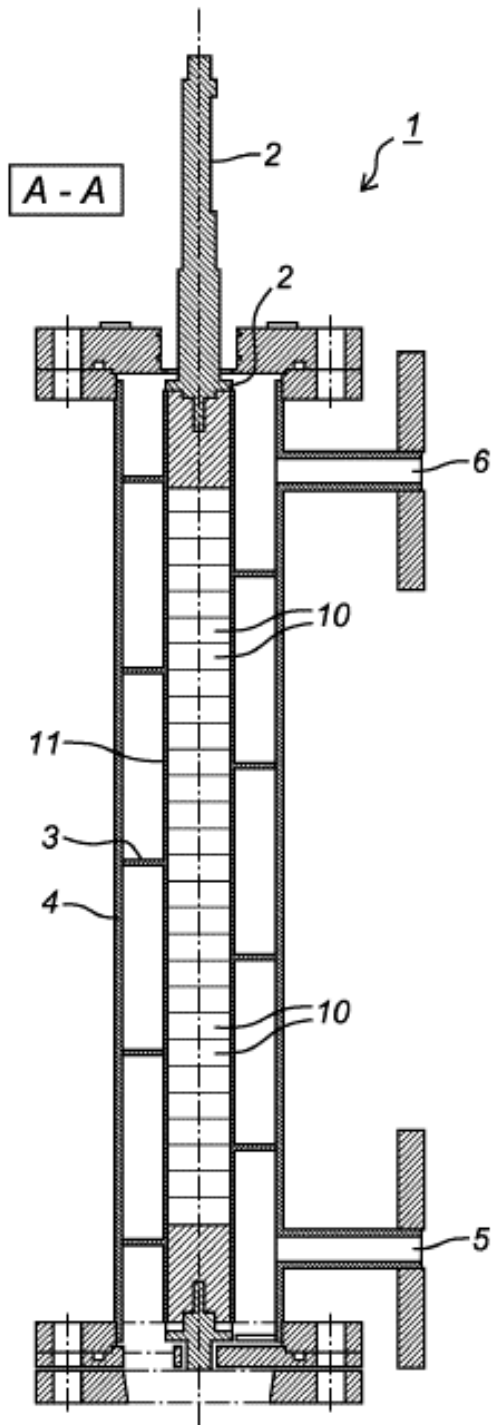


Fig. 3

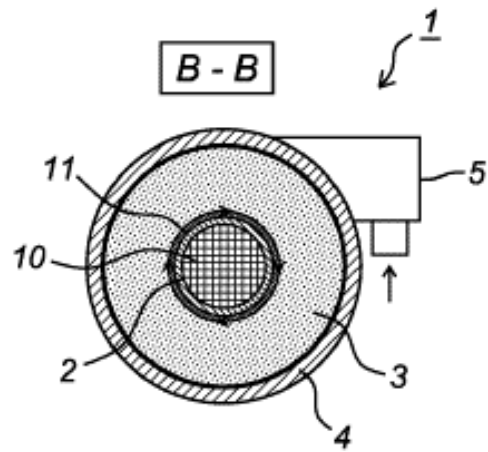


Fig. 4