

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 646 634**

51 Int. Cl.:

B01D 17/00 (2006.01)

B01D 39/06 (2006.01)

B01D 39/14 (2006.01)

B01D 17/02 (2006.01)

B01D 39/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.06.2010 PCT/GB2010/050933**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.10.2011 WO11121264**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2010 E 10724563 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2017 EP 2552563**

54 Título: **Máquina de filtrado**

30 Prioridad:

01.04.2010 GB 201005535

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

14.12.2017

73 Titular/es:

TIMMINS, JOHN ANDREW (100.0%)

1 Swynnerton Drive

Essington, Wolverhampton WV11 2TA, GB

72 Inventor/es:

TIMMINS, JOHN ANDREW

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 646 634 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

Máquina de filtrado

5 Esta invención se refiere a una máquina de filtrado, para filtrar una mezcla que incluye un contaminante oleoso arrastrado. Por ejemplo, la máquina de filtrado puede filtrar el condensado de un compresor de aire, que típicamente es predominantemente agua, con algunas impurezas arrastradas, específicamente aceite.

10 Se sabe cómo eliminar el contaminante oleoso del condensado utilizando material filtrante, normalmente mediante la filtración del condensado a través del material Carbón activado. Esto es muy eficiente para eliminar el aceite, pero es caro, y el carbono puede contaminarse rápidamente donde el condensado contiene grandes cantidades de aceite.

15 Se conoce de, por ejemplo, US-A-4753730 2. o FR2196187 para usar fibras finas de polipropileno u otras fibras oleofílicas como material de filtro. Aunque el uso de fibras finas como las sugeridas en el documento US-A-4753730 maximiza el área de superficie disponible para contactar el líquido a filtrar, un problema con tales fibras finas es que se enmarañan, cuando se someten a flujos de fluidos pesados cuando se sumergen en el líquido para ser filtrado. Tales fibras enmarañadas reducen el flujo de líquido a través del material de filtro. Por consiguiente, dicho material de filtro no puede empaquetarse densamente en una carcasa de filtro ya que esto agrava la restricción del flujo de fluido.

20 En el documento US-A-4753730, las fibras enmarañadas se cortan en hebras en un esfuerzo por mejorar el flujo del líquido a través del material.

25 Incluso después del uso prolongado de dicho material de filtro en esta forma, incluso si se encuentra inmerso en el líquido que se filtrará, gran parte de las fibras finas enmarañadas tenderán a permanecer secas y no entrarán en contacto con la mezcla, ya que la mezcla a filtrar fluye a través de trayectorias de flujo de menor resistencia en las fibras enmarañadas.

30 Para mejorar la eficacia del filtro y ayudar a que fluya, es deseable humedecer el material de las fibras finas. Sin embargo, los agentes humectantes típicos utilizados en conjunción con fibras de polipropileno tienen un efecto nocivo, ya que el detergente u otro agente surfactante, por ejemplo, reduce la capacidad del polipropileno para discriminar entre el aceite y el agua, con el efecto de que el material del filtro adsorbe tanto el aceite como el agua, reduciendo la eficiencia del filtrado.

35 Como al menos una parte del aceite en el condensado se separa del agua y flota en o sobre el agua, se ha propuesto filtrar previamente el condensado, antes de filtrar a través de Carbón activado, por ejemplo, usando la propuesta de EPA-1185347, en la que se usa un filtro que incluye cintas de material oleofílico.

40 Con arreglo a un primer aspecto de la invención I, se proporciona una máquina de filtrado para filtrar una mezcla que incluye contaminantes oleosos arrastrados, incluyendo la máquina de filtrado, un filtro que tiene una carcasa exterior, a través de la cual la mezcla en uso pasa a contactar el material de filtro contenido en el interior de la carcasa del filtro, y a través de la cual el filtrado pasa fuera del filtro, y en la cual material de filtro incluye partículas de fibras oleofílicas aglomeradas.

45 Se ha descubierto que el uso de partículas de fibras oleofílicas aglomeradas proporciona un filtrado más eficiente de la mezcla que el que se puede lograr usando un material de filtro como fibras o hebras oleofílicas. Mientras que las fibras oleofílicas (y hebras) pueden compactarse cuando están sujetas a flujos grandes o prolongados, las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas no son tan compactables, y debido a que son partículas, el material de filtro se proporciona con trayectorias de flujo claras en espacios intersticiales entre las partículas.

50 Las fibras oleofílicas de las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas son preferiblemente fibras a base de sílice, tales como fibras de vidrio en forma de lana, que pueden incluir, por ejemplo, fibras muy finas.

55 Sorprendentemente, se ha comprobado que el uso de discos a base de sílice y, en particular, de las fibras de vidrio en forma de lana de vidrio, aglomeradas en partículas, es muy eficaz para filtrar el contaminante oleoso del agua. Se ha descubierto que las fibras basadas en sílice se pueden tratar con un agente humectante, como un detergente u otro agente surfactante, sin que las fibras a base de sílice pierdan su capacidad de discriminar entre el contaminante oleoso y el agua.

60 En consonancia con esto, se puede adsorber un agente contaminante más oleoso mientras se permite que fluya más filtrado de la mezcla a través del material de filtro, las partículas aglomeradas "absorben" el contaminante oleoso en las partículas. Debido a que las fibras aglomeradas a base de sílice humectadas son mucho más eficaces en el filtrado que, por ejemplo, el polipropileno, es posible empacar las partículas de fibra a base de sílice agregadas a una mayor densidad dentro de la carcasa exterior. De este modo, la

65

ES 2 646 634 T3

invención logra una separación más eficaz del agua y el contaminante oleoso, mientras que la resistencia del fluido a través del material del filtro es minimizada.

5 Las fibras oleofílicas de las que se aglomeran las partículas, tienen un diámetro de menos de 10 μm , y preferiblemente de menos de 8 μm , por ejemplo, en el rango de 5,0 μm a 5,5 μm . Las fibras son cortas, lo que significa que las fibras tienen menos de 20 mm de longitud.

10 Las partículas de fibras de vidrio aglomeradas pueden empaquetarse en la carcasa exterior a una densidad de entre 80 gramos por litro y 200 gramos por litro, preferiblemente en el orden de 140 gramos por litro, y en la generalidad de entre 50 gramos por litro y 400 gramos por litro.

15 Pueden utilizarse fibras oleofílicas diferentes a las fibras basadas en sílice, como por ejemplo fibras de polipropileno, para las partículas aglomeradas, aunque éstas pueden requerir un empaquetamiento menos denso y pueden ser menos eficientes en el filtrado.

20 Preferiblemente, predominantemente las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas, en particular, pero no exclusivamente, fibras de vidrio, tienen una dimensión externa máxima en el rango de entre 1 mm y 7 mm, y preferiblemente en el rango de entre 1mm y 5mm. Sin embargo, las partículas de otras fibras oleofílicas aglomeradas pueden ser de otros tamaños, por ejemplo, entre 1 mm y 20 mm.

El proceso de aglomeración típicamente formará partículas en forma de bola que son generalmente esféricas y, por lo tanto, su dimensión externa máxima será los diámetros externos de las partículas.

25 Aunque el material de filtro puede incluir únicamente las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas, si se desea, el material de filtro puede incorporar otros constituyentes, tales como otras fibras que pueden ser o no oleofílicas, según se requiera, para mejorar la eficacia del filtro. El material de filtro puede incorporar un adsorbente oleofílico activado. Por ejemplo, el adsorbente oleofílico activado puede encontrarse en forma de polvo y puede recubrir, al menos parcialmente, al menos algunas de las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas. Sin embargo, las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas pueden incluir dicho adsorbente, dependiendo de cuándo y cómo se introduzca el adsorbente en el proceso de fabricación. En algunas circunstancias, el uso de dicho adsorbente oleofílico activado puede mejorar aún más la eficiencia de la máquina de filtrado.

35 Las partículas de polvo de adsorbente oleofílico activado pueden ser más pequeñas que las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas, para poder recubrir las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas y, por ejemplo, las partículas de polvo del adsorbente oleofílico activado pueden pasar a través de un tamiz de malla 200, que tiene una dimensión máxima en el orden de 74 μm .

40 Las partículas de adsorbente oleofílico activado pueden incluir al menos uno de arcilla, arcilla Bentonita, Organoclay y Carbón activado.

45 Cuando el adsorbente oleofílico activado se utiliza en forma de polvo para recubrir las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas, el polvo puede sacudirse de las partículas, especialmente durante el transporte del filtro desde donde se fabricó hasta donde se usa el filtro. En uso, especialmente una vez que las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas están húmedas, el polvo está menos inclinado a separarse de las partículas.

50 Si es necesario, durante la aglomeración de las fibras oleofílicas, para fabricar las partículas de las fibras oleofílicas aglomeradas, las partículas se pueden recubrir, al menos parcialmente, con un agente adhesivo, como glicerina, que promueve la adhesión del polvo adsorbente activado a las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas, al menos durante el transporte. En uso, la glicerina puede lavarse de las partículas mediante la mezcla fluida que se filtra.

55 Aunque podría usarse un agente adhesivo alternativo a la glicerina, la glicerina tiene poco o ningún impacto ambiental y puede descargarse de la máquina de filtrado junto con el agua filtrada.

60 El filtro puede incluir, dentro de la carcasa del filtro, partículas de un material anti aglomerante, que no adsorbe contaminantes oleosos, que puede mezclarse con las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas. Se puede utilizar partículas de Perlita de un tamaño correspondiente al tamaño de las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas. Tales partículas anti aglomerantes pueden ayudar a mantener rutas de flujo a través del material filtrante para que la mezcla se filtre, especialmente cuando las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas han adsorbido cantidades significativas del contaminante oleoso.

65 Incluso aunque las partículas de aglomerado oleofílico, por ejemplo a base de sílice, preferiblemente las fibras de lana de vidrio del filtro, proporcionan una mejora considerable sobre otros materiales de filtro tales como el polipropileno usado en el contexto de filtros de condensado de compresores de aire,

ES 2 646 634 T3

particularmente cuando el filtro es nuevo y las partículas de fibras oleófilas aglomeradas se exponen primero al condensado, el filtro puede no ser tan eficiente en el filtrado, como puede hacerse, a su debido tiempo, cuando las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas se humedecen.

5 Sorprendentemente, se descubrió que, antes de su uso, el tratamiento de las partículas, al menos de las fibras oleofílicas donde las fibras son fibras a base de sílice, con un agente humectante, como un detergente u otro surfactante, no afecta seriamente, de forma negativa, a la capacidad de las partículas para discriminar entre el agua y los contaminantes oleosos, es decir, tal tratamiento da como resultado una adsorción más eficiente del contaminante oleoso por las partículas de fibras aglomeradas, mientras
10 las fibras se humedecen completamente.

Cualquier agente humectante utilizado, como un detergente, se elimina por lavado a medida que se utiliza el filtro, y así, de manera deseable, el agente humectante utilizado tiene un impacto ambiental bajo.

15 La carcasa exterior del filtro puede estar compuesta, al menos en parte, de un material flexible, por ejemplo, un material textil o no textil, y/o, al menos en parte, de un material más rígido tal como un material rígido o semirrígido.

20 La máquina de filtrado puede incluir una cámara de filtro principal en la que se encuentra instalado el filtro, habiendo una entrada a la cámara para la mezcla, y una salida de la cámara para el filtrado, pasando la mezcla, en uso, desde la entrada a la cámara, a través de la pared exterior del filtro, hacia el interior del filtro, y pasando el filtrado, a través de la pared exterior de la carcasa del filtro, a la salida principal.

25 La carcasa exterior del filtro puede tener aberturas que permiten que la mezcla y el filtrado fluyan hacia y desde el interior del filtro, que son proporcionadas por la construcción de la carcasa exterior. Por ejemplo, la carcasa exterior puede estar hecha de un material que tiene aberturas formadas perforando el material. Cuando el material de la carcasa tiene naturaleza textil, las aberturas pueden proporcionarse por punzado.

30 Preferiblemente, las aberturas que permiten el flujo de la mezcla y del líquido filtrado son más pequeñas o al menos no sustancialmente mayores que las partículas de adsorbente de oleofílico activado, que son preferiblemente de una magnitud mucho menor que las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas.

35 El filtro puede incluir un sello externo que sella con una pared interior de la cámara principal, de modo que la mezcla que pasa a la cámara de filtro principal, a través de la entrada, se restringe, para pasar al interior del filtro, antes de poder pasar a la salida de la cámara de filtro principal.

40 La cámara de filtro principal puede incluir, en o hacia un extremo superior de la misma, una tapa extraíble, que, cuando se cierra con el resto de la cámara, sella o sella sustancialmente la cámara de filtro principal, y cuando se abre, permite la extracción y reemplazo del filtro de la cámara principal del filtro.

45 El filtro puede ser un filtro de fase de aire, es decir, con la mezcla que se debe filtrar por el material filtrante del filtro, o el filtro puede ser un filtro de fase húmeda, en el que el filtro esté en uso, al menos parcialmente sumergido, en al menos uno entre la mezcla y el filtrado.

50 Particularmente, aunque no exclusivamente, cuando el filtro es un filtro de fase húmeda, la máquina de filtrado puede incluir una cámara de filtro secundaria que recibe el filtrado de la cámara de filtro principal, incluyendo la cámara de filtro secundaria un filtro adicional. El filtro adicional puede ser de construcción similar al filtro de la cámara principal o puede ser de una construcción alternativa. Por ejemplo, el filtro adicional puede incluir material de filtro que sea Carbón, o una mezcla de Carbón y/o, si se desea, otro material de filtro, tal como partidas de fibras oleofílicas aglomeradas.

55 Con arreglo a un segundo aspecto de la invención I, proporcionar un filtro para una máquina de filtro del primer aspecto de la invención.

60 Con arreglo a un tercer aspecto de la invención I, proporcionar un método de filtrado usando una máquina de filtrado del primer aspecto de la invención, incluyendo dicho método pasar la mezcla al interior del filtro y poner en contacto la mezcla con el material del filtro en el interior del mismo filtro, y pasando el filtrado fuera del filtro.

65 El método de filtrado incluye mojar el material del filtro antes de filtrar, usando un agente humectante. En uso, el filtro puede estar al menos parcialmente sumergido en, al menos, uno entre la mezcla a ser fundida y el filtrado. Los agentes humectantes adecuados pueden ser un detergente u otro surfactante, preferiblemente que, cuando pasan desde la máquina de filtrado con el filtrado, no tienen un efecto adverso sobre el medio ambiente.

Según un cuarto aspecto de la invención I, proporcionar un método para fabricar un filtro que incluye una carcasa exterior a través de la cual una mezcla que incluye contaminante oleoso arrastrado, en uso, pasa a contactar con el material de filtro dentro de la carcasa del filtro, y a través de la cual el filtrado sale del filtro, incluyendo el material de filtro, introduciendo fibras oleofílicas en un proceso de aglomeración que agita las fibras oleofílicas y transforma las fibras en partículas de fibras oleofílicas aglomeradas e introduce las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas en la carcasa.

El método puede incluir introducir en el dispositivo de aglomeración, antes, con o después de introducir las fibras oleofílicas a aglomerar, partículas de polvo de un adsorbente oleofílico activado, al menos parcialmente, para recubrir al menos algunas de las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas.

Los ejemplos de partículas adecuadas de adsorbente oleofílico activado incluyen al menos uno de arcilla, arcilla Bentonita, Organoclay y Carbón activado.

El método puede incluir, antes de introducir las partículas de polvo de adsorbente oleofílico activado, introducir un agente adhesivo para promover la adhesión del polvo a las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas.

El método puede incluir tratar las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas con un agente humectante antes de colocar las partículas en la carcasa del filtro.

Las formas de realización preferente de la invención se describirán con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

La Figura 1 es una vista ilustrativa de una máquina de filtrado de acuerdo con la invención; La Figura 2 es una vista ilustrativa en perspectiva, del filtro de la máquina de la figura 1 sin material de filtro; La Figura 3 es una vista lateral en sección, ilustrativa del filtro de la Figura 2, de nuevo sin más material; La Figura 4 es una vista ilustrativa de un filtro de otra realización; y La Figura 5 es un diagrama que ilustra los pasos y el aparato para aglomerar fibras de vidrio en partículas.

Con referencia a las Figuras 1 a 3 de los dibujos, se muestra una máquina de llenado 10 que en el ejemplo es específicamente para filtrar una mezcla de agua y contaminantes aceitosos arrastrados, que son condensados de, al menos, un compresor de aire.

Sin embargo, la máquina 10 o una máquina modificada, pueden utilizarse para filtrar otras mezclas que incluyen contaminantes oleosos arrastrados.

La máquina de filtrado 10 tiene una cámara de filtro principal 12 en la que se proporciona un filtro 14. En el ejemplo, la cámara de filtro principal 12 es sustancialmente cilíndrica, y el filtro 14 tiene una configuración correspondiente, pero la cámara de filtro 12 y/o el filtro 14 podrían tener otra configuración según se requiera. El filtro 14 incluye una carcasa externa 15, y en un extremo axial, es decir, el extremo superior del filtro 14, el filtro 14 incluye un sello externo 19, que, cuando el filtro 14 se recibe en la cámara 12, proporciona un sello con la pared interna 16 de la cámara de filtro principal 12.

La máquina de filtrado 10 incluye además una entrada 17 a la cámara de filtro principal 12 a través de la cual el condensado a filtrar entra en la cámara 12 en una posición situada encima del filtro 14 en este ejemplo.

La entrada 17 en este ejemplo recibe condensado debajo de un dispositivo de vertedero 18. El condensado de uno o más compresores de aire, plantas de enfriamiento, etc. que incluye contaminantes oleosos arrastrados, se recoge en una antecámara 9 del dispositivo de vertedero 18, a la que fluye a través de una entrada de máquina 8. Según se recoge el líquido en la antecámara 9, no habrá una separación entre el componente de agua del condensado y el contaminante oleoso, aunque algunas aguas se emulsionarán con el contaminante oleoso. Cuando el nivel líquido en la antecámara 9 se eleva a la de un vertedero exterior 7, un contaminante oleoso flotante más ligero (y dicho contaminante emulsionado con agua) pasará sobre el vertedero 7 y pasará a un colector (no mostrado) para su eliminación.

El condensado que no pasa desde el dispositivo de vertedero 18 sobre el vertedero 7, es decir, que es la fracción predominantemente de agua, la que pasa hacia arriba desde un nivel inferior de la antecámara 9 en un tubo de alimentación 9, a la entrada 17 a la cámara de filtro principal 12, que está a la misma altura que el vertedero 7.

El condensado que entra en la cámara de filtro principal 12 a través de la entrada 17 está forzado a pasar a través del filtro 14 donde se filtra, y luego el filtrado pasa a la salida de la cámara de filtro principal 24 debajo del filtro 14 en este ejemplo. El filtrado pasa luego en este ejemplo a una cámara de filtro

secundaria 20, donde fluye a través de un filtro de Carbón 21, y desde el filtro de Carbón 21 a una salida de descarga de la máquina 22 que en este ejemplo está al mismo nivel que el vertedero 7, pero podría estar en un nivel inferior.

5 Filtrando el condensado en la cámara 12 de filtro principal y luego filtrando el filtrado de la cámara 12 de filtro principal nuevamente, según se requiera, en la cámara 20 de filtro secundaria, el líquido que se descarga en 22 se limpia sustancialmente de contaminante oleoso, y el objeto esta por ello lo suficientemente limpio como para que el líquido filtrado pueda descargarse de forma segura al medio ambiente.

10 La carcasa exterior 15 del filtro 14 en la cámara de filtro principal 12 define internamente, un interior de filtro. El alojamiento 15 en este ejemplo tiene una tela tejida, no tejida o similar, la pared lateral cilíndrica 25 generalmente flexible, y las paredes 27, 28 del extremo superior e inferior sustancialmente rígidas, respectivamente. Las paredes del extremo superior e inferior 27, 28 tienen aberturas provistas de perforaciones (o las aberturas pueden formarse integralmente con el material de las paredes del extremo superior y/o inferior 27, 28), y la pared lateral flexible 25 está provista de aberturas por perforación mediante punción con aguja, por ejemplo, durante la fabricación de la tela. En otro ejemplo, una parte alternativa de toda la carcasa exterior 15 puede ser rígida, semirrígida o flexible, o la pared lateral 25 puede ser rígida y una o ambas paredes extremas 27, 28 flexibles. En cada caso, las aberturas en la carcasa exterior 15 en al menos la pared del extremo superior 27, proporcionan pasos a través de los cuales puede pasar el condensado al interior del filtro, y las aberturas en la pared lateral 25 y la pared del extremo inferior 28, al menos debajo del sello 19, proporcionan pasos a través de los cuales el filtrado puede volver a salir del interior del filtro.

25 Por supuesto, dependiendo de dónde y cómo se proporciona el sello 19, si existe, el condensado que ingresa en la cámara de filtro principal 12 se separa del filtrado, y diferentes aberturas a las identificadas pueden permitir el paso de condensado/filtrado hacia dentro y hacia fuera del interior del filtro. Por ejemplo, si el sello 19 se proporcionó axialmente en parte a lo largo de la pared lateral 25, las aberturas en la pared lateral 25 sobre el sello harían que el condensado pasara al interior del filtro, y las aberturas en la pared lateral 25 debajo del sello 19 permitirían que el filtrado vuelva a salir del interior del filtro.

30 Dentro del interior del filtro se proporciona un material de filtro, que, de acuerdo con la invención, incluye partículas 29 de fibras oleofílicas aglomeradas, tales como fibras basadas en sílice, típicamente fibras de vidrio en forma de lana de vidrio. En la Figura 1, solo se ilustran algunas de las partículas 29 que llenan todo o sustancialmente todo el interior de la carcasa del filtro 15.

35 Las fibras de vidrio son naturalmente oleofílicas y se ha descubierto que al proporcionar el material de filtro en forma de partículas 29 de fibras oleofílicas aglomeradas, tales como fibras de vidrio, se obtiene una filtración particularmente eficaz de una mezcla con un contaminante directamente arrastrado.

40 Las partículas 29 pueden, en otro ejemplo, ser aglomeradas a partir de una mezcla de diferentes tipos de fibras oleofílicas, por ejemplo, solo una mezcla de fibras de vidrio y polipropileno, o pueden ser completamente de otro tipo de fibra oleofílica, como polipropileno.

45 En cada caso, las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas no son fácilmente compactibles por la mezcla/filtrado que fluye, y debido a ser partículas, el material de filtro está provisto de trayectorias claras de flujo en los espacios intersticiales entre las partículas 29, de modo que el filtro 14 no proporciona una restricción significativa a los flujos de fluido. Sin embargo, la velocidad de flujo del fluido a través del filtro 14 puede, en cierta medida, ser controlada variando la densidad de envasado de las partículas 29 en la carcasa del filtro 15.

50 En un ejemplo, las partículas 29 de material de fibra de vidrio aglomerado fino pueden envasarse en la carcasa exterior 15 a una densidad de entre 80 gramos por litro y 200 gramos por litro y preferiblemente del orden de 140 gramos por litro. De este modo, la masa de material de filtro proporciona un volumen de flujo sustancial formado por los espacios intersticiales entre las partículas 29 para no obstaculizar sustancialmente el flujo de fluido a través del material del filtro, al menos antes de la adsorción de una cantidad significativa del contaminante oleoso

55 Particularmente, para una máquina de filtrado para filtrar condensado, donde el material de filtro es preferiblemente predominantemente partículas de aglomerado de fibras de lana de vidrio, las partículas pueden tener una dimensión externa máxima en el rango de 1 mm a 7 mm y más preferiblemente en el rango de 1 mm a 5mm. Las partículas pueden ser más grandes, por ejemplo, en el rango de 1 mm a 20 mm de diámetro, según sea necesario.

60 Para partículas de otras fibras oleofílicas que pueden ser menos adsorbentes del contaminante oleoso, las partículas pueden necesitar ser empacadas con menos densidad que las partículas de fibras de vidrio aglomeradas, de modo que los espacios intersticiales entre las partículas no se obstruyan con

contaminantes oleosos.

En otro ejemplo, si se desea; el material anti-empaquetado, como perlita, se puede mezclar con las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas. La perlita u otras partículas pueden no adsorber ninguna cantidad significativa de contaminante oleoso, en su caso; pero actúan para mantener los espacios intersticiales y, por lo tanto, las rutas de flujo de la mezcla filtrada, ya que las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas absorben el contaminante oleoso.

Con respecto ahora a la Figura 5, se ilustran los pasos en un proceso y aparato para aglomerar fibras de lana de vidrio en partículas 29, que pueden usarse para aglomerar otras fibras oleofílicas en partículas.

Fibras de vidrio, preferiblemente en forma de lana de vidrio, que pueden, por ejemplo, incluir fibras finas que tienen un diámetro del orden de 5,0 μm a 5,5 μm y una longitud de menos de 20 mm, son introducidas desde un depósito 50 en un dispositivo de aglomeración 51, que, en el ejemplo, es del tipo que incluye un árbol generalmente horizontal 52, que lleva una pluralidad de cuchillas de agitación 53 que se extienden radialmente hacia fuera. El árbol 52 gira continuamente, deseablemente durante un período en una dirección, y luego en una dirección opuesta, mientras las cuchillas 53 se agitan y actúan sobre las fibras de vidrio en el dispositivo de aglomeración 51. Gradualmente, las fibras de lana de vidrio se aglomeran, inicialmente en partículas generalmente esféricas, ligeras y esponjosas, y, mientras continúa la agitación, en partículas más compactas y menos esponjosas.

El proceso de aglomeración, típicamente, formará partículas en forma de bola 29 que son generalmente esféricas y de dimensión máxima externa de 1 mm a 20mm, que, como se mencionó anteriormente, serán los diámetros externos de las partículas 29, o, especialmente para las fibras de lana de vidrio, las partículas 29 pueden tener diámetros en el rango de 1 mm a 7mm y más deseablemente entre 1 mm y 5 mm.

Después de un tiempo adecuado, que puede exceder de una hora, las partículas 29 se retiran del dispositivo de aglomeración 51 y se colocan en un depósito 55, o se depositan directamente en el interior de una carcasa de filtro 15.

El dispositivo concreto de aglomeración 51 que se ha usado en experimentos es un mezclador Winkworth RT del tipo que generalmente se usa industrialmente para mezclar gránulos, polvos, suspensiones espesas, pastas y masas. Se puede usar otro tipo de dispositivo de aglomeración 51 que pueda actuar sobre vidrio u otras fibras oleofílicas para aglomerar las fibras oleofílicas en partículas 29.

Deseablemente, las partículas 29 de fibras oleofílicas aglomeradas, especialmente fibras de vidrio, se envasan en la carcasa del filtro 15 a una densidad de entre 80 gramos por litro y 200 gramos por litro, por ejemplo, aproximadamente 140 gramos por litro, y en general, a una densidad compacta de entre 50 gramos por litro y 400 gramos por litro.

Aunque el material de relleno en la carcasa del filtro 15 puede incluir, únicamente las partículas 29 de vidrio aglomerado, y/u otras fibras oleofílicas, si se desea, el material de filtro 29 puede incorporar partículas de un adsorbente oleofílico activado. Por ejemplo, las partículas de adsorbente oleofílico activado pueden recubrir, al menos parcialmente, al menos algunas de las partículas 29 de fibras oleofílicas aglomeradas. En algunas circunstancias, dicho adsorbente oleofílico activado puede mejorar aún más la eficacia de la máquina de filtrado 10.

Haciendo referencia de nuevo a la Figura 5, se ilustra un depósito 58 para adsorbente oleofílico activado en polvo, en este ejemplo, un adsorbente como el conocido como polvo Organoclay. El polvo Organoclay preferiblemente tiene partículas que son más pequeñas que las partículas 29 de fibras de vidrio aglomeradas, y deseablemente son partículas de polvo. Todas las partículas de polvo del adsorbente activado son capaces de pasar a través de una malla de tamaño 200.

Las partículas de polvo Organoclay del depósito 58 se pueden introducir en el dispositivo de aglomeración 51, por ejemplo, durante el curso del proceso de aglomeración, es decir, cuando al menos algunas partículas 29 de fibras oleofílicas aglomeradas se han formado, al menos parcialmente. Sin embargo, las partículas de polvo Organoclay podrían introducirse en el dispositivo de aglomeración 51, adicionalmente o en lugar de, en una unión anterior y/o posterior, o, en otro método, al menos algo de polvo Organoclay se puede mezclar con las partículas 29 de fibras oleofílicas aglomeradas, en un paso separado del método del proceso de aglomeración del dispositivo de aglomeración 51, por ejemplo, en un dispositivo de mezcla previo o posterior.

En cada caso, preferiblemente, las partículas de polvo Organoclay se encuentran al menos parcialmente recubiertas, pero pueden también o en su lugar, capturarse dentro de las partículas 29 de fibras oleofílicas aglomeradas, cuando se forman las partículas 29.

En otro ejemplo, el adsorbente oleofílico activado puede ser otro tipo de arcilla en lugar de Organoclay, por ejemplo, arcilla Bentonita, o partículas diferentes todas unidas como Carbón, o el adsorbente oleofílico activado puede ser una mezcla de cualquiera de estas, o cualquier otro adecuado, preferiblemente partículas de material adsorbente oleofílico activado.

5

En cada caso, las partículas 29 de fibras de vidrio aglomeradas, tienen una afinidad particular con el aceite y, por lo tanto, a medida que el condensado entra en contacto, por ejemplo, pasando a través del material filtrante, predominantemente, el contaminante oleoso, es adsorbido por las partículas 29 de fibras de vidrio aglomeradas y se permite el paso del componente acuoso.

10

El uso de tales partículas 29 de fibras de vidrio aglomeradas, ha logrado una fusión particularmente eficiente del condensado, ya que las partículas 29 presentan colectivamente una gran área superficial al condensado.

15

Debido a que las fibras oleofílicas aglomeradas se encuentran en partículas, habrá espacio intersticial entre las partículas.

20

En uso, ya que las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas se exponen a la mezcla a filtrar, la mezcla fluirá a través del material de filtro, principalmente por las trayectorias de flujo establecidas a través de los espacios intersticiales entre las partículas, siendo el contaminante oleoso "absorbido capilarmente" por las partículas de la mezcla que fluye entre las partículas.

25

A medida que se adsorbe el contaminante oleoso, las vías de flujo pueden restringirse, y así, si se desea, el material del filtro puede incluir otro material, como, por ejemplo, Perlita, que no adsorbe ninguna cantidad sustancial de contaminante oleoso, si existe. Al mezclarse con las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas, la Perlita u otras partículas adicionales, mantienen cierta separación entre las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas y, así, mantienen las trayectorias de flujo a través del material del filtro, incluso cuando el contaminante oleoso es adsorbido por las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas.

30

Las partículas de Perlita u otras partículas adicionales pueden tener dimensiones correlativas a las dimensiones de las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas, concretamente entre 1 mm y 7 mm de diámetro, donde las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas son de este tamaño o, en general, entre 1 mm y 20 mm, dependiendo de la naturaleza de las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas.

35

Al menos en la realización ilustrada en las Figuras 1 a 3, las aberturas en la pared lateral 25 y las paredes extremas superior e inferior 27, 28 de la carcasa exterior 15 que permiten el flujo de condensado/filtrado, son todas más pequeñas o al menos no sustancialmente mayores, que las partículas de polvo del material adsorbente oleofílico activado. Esto es así para impedir la migración del material adsorbente oleofílico activado en partículas, desde el filtro 14 a través de las aberturas, en el caso de que tales partículas se liberen de las partículas 29 de fibras oleofílicas aglomeradas que están recubriendo. En cualquier caso, el material de filtro del filtro 14 puede incluir algunas partículas de material adsorbente oleofílico activado que no recubre ninguna partícula 29 de las fibras oleofílicas aglomeradas.

40

45

En otro ejemplo, al menos el extremo inferior de la pared de la carcasa 28 puede revestirse con un revestimiento interior que cubre las aberturas en la pared del extremo inferior 28. Tal forro está indicado con líneas de puntos en la Figura 3 en 35. El forro 35 puede ser de un material similar al fieltro y, así, los pasajes de flujo de fluido en el material de fieltro serán muy pequeños; al menos más pequeños que las aberturas en la pared del extremo inferior 28. Este revestimiento 35 proporcionará una protección adicional para impedir que cualquier material en partículas, por ejemplo (pequeñas) partículas 29 de fibras de vidrio aglomeradas o partículas de material adsorbente oleofílico activado, sean lavadas del filtro 14 a través de las aberturas en la pared del extremo inferior 28.

50

55

En general, la carcasa exterior 15 del filtro 14, o cualquier parte de ella, puede incluir, al menos sobre una parte de su extensión, múltiples capas, que incluyen una capa de alojamiento exterior con aberturas, y una capa de revestimiento interior o exterior, como la capa de material de fieltro 35, con aberturas de paso más pequeñas que las aberturas en la capa de carcasa exterior 15.

60

En la forma de realización de la Figura 4, el filtro 14 tiene una carcasa exterior 15 de material rígido o semirrígido que es hermético a los líquidos. El filtro 14 tiene, sin embargo, una entrada en un extremo, indicada en 14a, para recibir condensado y una salida 14b, en un extremo opuesto, para el líquido filtrado. El filtro 14 no necesita alojarse en una cámara de filtro como en las realizaciones anteriores. El filtro 14 no requiere un sello 19. Se puede proporcionar un revestimiento 35 para evitar la migración de partículas desde el interior del filtro, a través de la salida 14b.

65

A pesar de que la carcasa del filtro 15 puede diseñarse para retener el adsorbente oleofílico activado, donde el adsorbente activado está en forma de polvo y recubre las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas, el polvo puede sacudirse de las partículas, especialmente durante el transporte del filtro 14

desde donde fue fabricado hasta donde se utiliza el filtro 14. En uso, especialmente una vez que las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas están húmedas, el polvo del adsorbente activado será menos propenso a separarse de las partículas.

5 Si se requiere, durante la aglomeración de las fibras oleofílicas para fabricar las partículas de las fibras oleofílicas aglomeradas o posteriormente, las partículas 29 pueden recubrirse con un agente adhesivo, como glicerina, que promueve la adhesión del polvo adsorbente activado a las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas, al menos durante el transporte. En uso, la glicerina puede lavarse de las partículas en uso mediante la mezcla fluida que se filtra.

10 Aunque podría usarse un adhesivo alternativo a la glicerina, la glicerina tiene poco o ningún impacto ambiental y puede descargarse de la máquina de filtro junto con el agua filtrada.

15 En el ejemplo ilustrado con referencia a las Figuras 1 a 3, el filtro 14 es un filtro 14 de fase húmeda en el que el filtro 14 está inmerso, al menos parcialmente, en filtrado, en el ejemplo, dependiendo de la posición del sello 19.

20 La forma de realización de la Figura 4 puede ser utilizada como un filtro de fase seca 14, haciendo gotear la mezcla a filtrar a través del filtro 14.

Para promover el funcionamiento del material de filtro 29, al menos cuando el filtro 14 es nuevo, si se desea, el material de filtro 29 puede humedecerse mediante un agente humectante, como un detergente u otro surfactante que puede introducirse, por ejemplo, dentro del dispositivo de aglomeración 51.

25 De este modo, las partículas 29 de fibras oleofílicas aglomeradas, o las fibras antes de la aglomeración, pueden tratarse con el agente humectante, de modo que, cuando el filtro 14 se usa por primera vez, se mojarán más partículas de fibras oleofílicas aglomeradas y el filtro 14 podrá ser totalmente efectivo desde el principio, en el filtrado.

30 Si se desea, en lugar de tratar así las partículas 29 de fibras aglomeradas, o las fibras, antes y/o durante el proceso de aglomeración, las partículas 29 pueden ser así tratadas mientras se envasan en la carcasa del filtro 15, o incluso posteriormente, según sea conveniente.

35 En cada caso, durante el uso del filtro 14, la mezcla fluida que se filtra eliminará el detergente u otro agente surfactante utilizado como agente humectante, el cual pasará desde la máquina de filtro 10 junto con el filtrado, y/o parte del agente humectante puede ser absorbido por el filtro 21 de Carbón que se encuentra más abajo en la corriente, cuando esté previsto.

40 La inclusión en el material de filtro de material oleofílico activado como Organoclay, ayuda aún más al filtro a realizar un filtrado eficiente desde nuevo, ya que dicho adsorbente es tan oleofílico.

45 Cuando se utilizan algunas fibras oleofílicas para la aglomeración, que son auto-humectantes, tal agente humectante puede no ser necesario. De hecho, algunos materiales oleofílicos, como el polipropileno, no se pueden humedecer, al menos con agentes humectantes convencionales, como el detergente, porque, de lo contrario, el material oleofílico pierde su capacidad para discriminar entre el contaminante oleoso y el agua en la mezcla a filtrar, con el resultado de que ambos componentes son adsorbidos por las partículas. Sin embargo, las fibras basadas en sílice, y, al menos las fibras de vidrio, se pueden tratar con tales agentes humectantes sin perder su capacidad de disgregarse entre el contaminante oleoso y el agua.

50 Se pueden hacer varias modificaciones adicionales sin apartarse del alcance de la invención.

55 Otra máquina de filtrado de acuerdo con la invención, no necesita tener un dispositivo vertedero 18 para recoger el condensado u otra mezcla a filtrar, sino que el condensado entra directamente en la cámara de filtro principal 12 a través de una entrada 17 donde se proporciona una cámara 12, o directamente dentro del filtro, a través de la conexión 14a, como en la Figura 4 de la forma de realización.

60 En el ejemplo de las Figuras 1 a 3, la cámara de filtro principal 12 incluye, en un extremo superior de la misma, una tapa 38 que, cuando se cierra como se muestra, sella la cámara de filtro principal 12. Cuando la tapa 38 se retira o se abre de otra manera, se puede tener acceso al interior de la cámara de filtro principal 12 para permitir la eliminación y reemplazo del filtro 14, a través del extremo superior de la cámara de filtro principal 12, cuando el filtro 14 está obstruido y/o saturado de contaminante oleoso. Para facilitar esta operación, el filtro 14 se dispone, en el ejemplo, en el extremo superior del mismo, con un mango 13. En otro ejemplo, el filtro 14 podría ser un filtro flotante que desciende a medida que se adsorbe más y más contaminante oleoso.

65 En otro ejemplo de las Figuras 1 a 3, puede no disponerse de una cámara secundaria de filtro 20, o al menos no es necesario que se disponga de una cámara filtrante secundaria 20 de este tipo con un filtro de

ES 2 646 634 T3

Carbón 2, pero pueden ser proporcionados otros medios de tratamiento adicional de filtrado, dentro o fuera de la máquina de filtrado 10, para permitir que el filtrado de la cámara principal 12 se limpie hasta tal punto de que pueda liberarse, según se requiera, al medio ambiente.

- 5 Cuando se proporciona un filtro secundario 21, este no necesita ser un filtro de Carbón activado, pero se puede proporcionar al filtro secundario 21 un filtro adicional similar al primer filtro 14, en el que el material de relleno incluye partículas 29 de fibras oleofílicas aglomeradas, o una mezcla de tales partículas, (que pueden estar recubiertas o no, o, de lo contrario, unirse a otras partículas de material adsorbente oleofílico activado) o cualquier otro material adsorbente oleofílico que pueda proporcionar un filtrado final.
- 10 En otro ejemplo, la cámara de filtro principal 12 no necesita ser cilíndrica, sino que puede ser de otra configuración. En tal caso, el filtro 14 puede necesitar una configuración correlativa.
- 15 Las características descritas en la descripción precedente, o las siguientes reivindicaciones, o los dibujos que se acompañan, expresados en sus formas específicas o en términos como un medio de realización de la invención revelada, o un método o proceso que logre el resultado revelado, según corresponda, pueden, por separado, o en cualquier combinación de tales características, ser utilizados para realizar la invención en las diversas formas de la misma.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una máquina de filtrado para filtrar una mezcla que incluye contaminantes oleosos arrastrados, la máquina de filtrado incluye un filtro que tiene una carcasa exterior a través de la cual la mezcla, en uso, pasa a contactar con el material de filtro dentro del interior de la carcasa del filtro, y a través de la cual el filtrado pasa fuera del filtro, en la que el material de filtro incluye partículas de fibras oleofílicas aglomeradas, y en la que las fibras oleofílicas de las que las partículas se aglomeran tienen un diámetro de menos de 10 μm y una longitud de menos de 20 mm.
- 10 2. Una máquina según la reivindicación 1, en la que las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas son fibras basadas en sílice; opcionalmente, en la que las fibras basadas en sílice de las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas son fibras de vidrio; opcionalmente, en la que las fibras de vidrio están en forma de lana de vidrio.
- 15 3. Una máquina según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que las fibras oleofílicas a partir de las cuales se aglomeran las partículas, tienen un diámetro inferior a 8 μm ; y/o, en la que las fibras tienen un diámetro en el rango de 5,0 μm a 5.5 μm .
- 20 4. Una máquina según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que las partículas de fibras de vidrio aglomeradas se envasan en la carcasa exterior a una densidad de entre 50 gramos por litro y 400 gramos por litro; opcionalmente, en la que las partículas se envasan a una densidad de entre 80 gramos por litro y 200 gramos por litro.
- 25 5. Una máquina de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que, predominantemente, las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas tienen una dimensión máxima externa en el rango de 1 mm a 20 mm; opcionalmente, en la que, predominantemente, las partículas de fibras de vidrio aglomeradas tienen una dimensión externa máxima en el rango de 1 mm a 7 mm.
- 30 6. Una máquina según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el material de filtro incluye un adsorbente oleofílico activado; opcionalmente, en la que el adsorbente oleofílico activado está en forma de polvo y, al menos parcialmente, recubre al menos una parte de las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas; opcionalmente, en la que las partículas de polvo del adsorbente oleofílico activado pueden pasar a través de un tamiz de tamaño de malla 200; y/o, en la que el adsorbente oleofílico activado incluye al menos uno de arcilla, arcilla de Bentonita, Organoclay y Carbón activado; y/o,
- 35 en la que las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas están recubiertas, al menos parcialmente, con un agente adhesivo para promover la adhesión del polvo adsorbente activado al mismo.
- 40 7. Una máquina de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el filtro incluye partículas de un material anti-apelmazante que ayudan a mantener las rutas de flujo para la mezcla que se filtra; y/o, en la que las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas son tratadas, antes de su uso, con un agente humectante.
- 45 8. Una máquina según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la carcasa exterior del filtro está provista, al menos en parte, por un material flexible; opcionalmente, en la que la máquina incluye una cámara de filtro principal en la que se ubica el filtro, existiendo una entrada a la cámara para la mezcla, y una salida de la cámara para filtrado, pasando la mezcla en uso, desde la entrada a la cámara, a través de la pared exterior de la carcasa del filtro en el interior del filtro, y el filtrado que pasa de nuevo a través de la pared exterior de la carcasa del filtro a la salida principal de la cámara del filtro; opcionalmente, en la que la carcasa exterior tiene aberturas que permiten que la mezcla y el filtrado fluyan hacia y desde el interior del filtro, que son proporcionadas por la construcción de la carcasa exterior; opcionalmente, en la que la carcasa exterior está hecha de un material que tiene aberturas formadas perforando el material; opcionalmente, en la que las aberturas que permiten el paso de la mezcla y el flujo de líquido filtrado, son más pequeñas o al menos no sustancialmente mayores que las partículas de adsorbente oleofílico activado; opcionalmente, en la que el filtro incluye un sello externo que sella con una pared interior de la cámara principal, de modo que la mezcla que pasa a la cámara de filtro principal a través de la entrada, se restringe para pasar al interior del filtro antes de poder pasar a la salida de la cámara de filtro principal; opcionalmente, en la que la cámara de filtro principal incluye en o hacia un extremo superior de la misma, una tapa extraíble, que cuando se cierra con el resto de la cámara, sella o sella sustancialmente la cámara de filtro principal, y cuando se abre permite la extracción y sustitución del filtro principal de la cámara; opcionalmente, en la que el filtro en uso está al menos parcialmente sumergido en al menos uno, entre la mezcla y el filtrado; opcionalmente, en la que la máquina de filtrado incluye una cámara de filtro secundaria que recibe el filtrado de la cámara de filtro principal, incluyendo la cámara de filtro secundaria un filtro adicional.
- 60 9. Un método de filtrado usando una máquina de filtrado de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, incluyendo dicho método el paso de mezcla para ser filtrada al interior del filtro, y el contacto la mezcla con el material de filtro en el interior del filtro, y el paso del filtrado fuera del filtro.
- 65

10. Un método de filtrado según la reivindicación 9, que incluye el tratamiento del material de filtro antes de filtrar, con un agente humectante; opcionalmente, en el que la mezcla es condensada desde uno o más compresores de aire.

5

11. Un método para fabricar un filtro que incluye una carcasa exterior, a través de la cual una mezcla que incluye contaminante oleoso arrastrado, en uso, pasa a contactar con el material de filtro dentro de la carcasa del filtro, y a través de la cual el filtrado sale del filtro, el método incluye hacer el material de filtro introduciendo fibras oleofílicas en un dispositivo de aglomeración que agita las fibras de vidrio y transforma las fibras en partículas de fibras oleofílicas aglomeradas, e introduciendo las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas en la carcasa del filtro, donde las fibras oleofílicas, a partir de las cuales se aglomeran las partículas, tienen un diámetro de menos de 10 μm y una longitud de menos de 20 mm; opcionalmente, que incluye introducir en el dispositivo de aglomeración, partículas de polvo de un adsorbente oleofílico activado, al menos para recubrir parcialmente al menos algunas de las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas.

10

15

12. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, en el que las partículas de adsorbente oleofílico activado incluyen al menos una de arcilla, arcilla de Bentonita, Organoclay y Carbón activado; opcionalmente, que incluye revestir al menos parcialmente las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas con un agente adhesivo para promover la adhesión de las partículas de polvo.

20

13. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12, en el que el método incluye, antes del uso, tratar las partículas de fibras oleofílicas aglomeradas con un agente humectante.

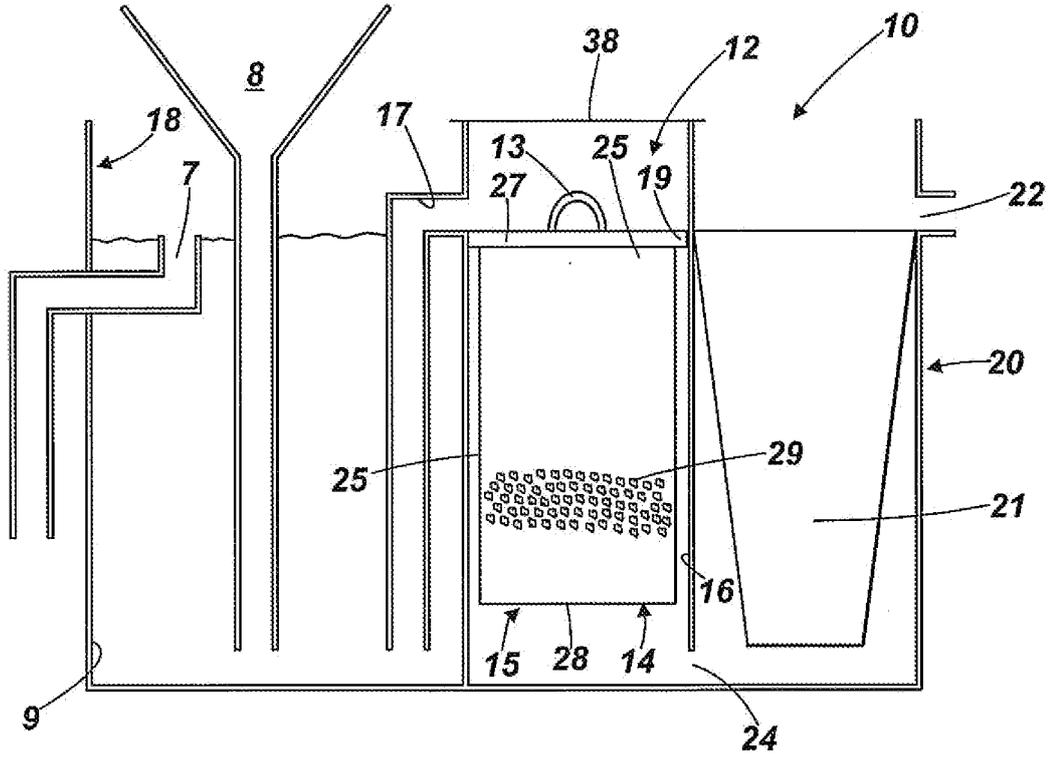


Fig. 1

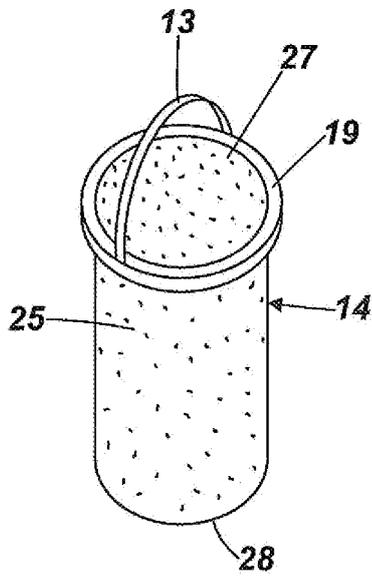


Fig. 2

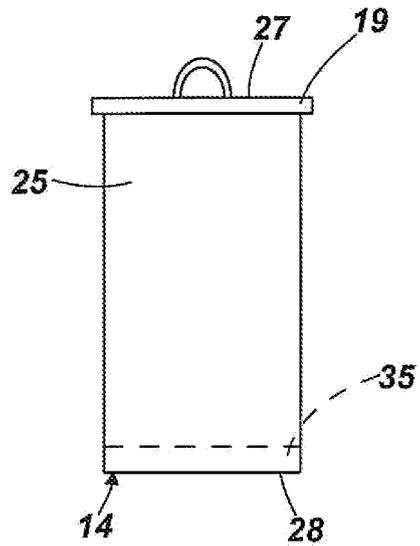


Fig. 3

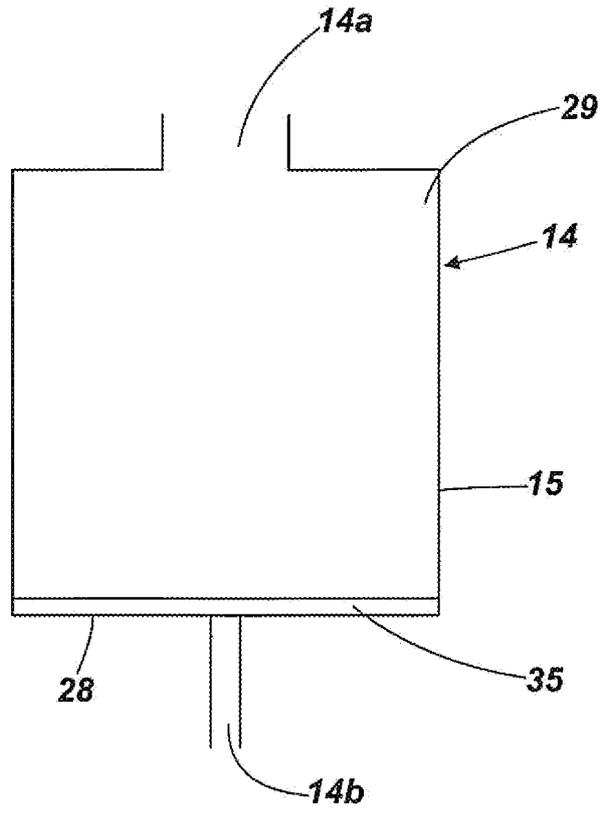


Fig. 4

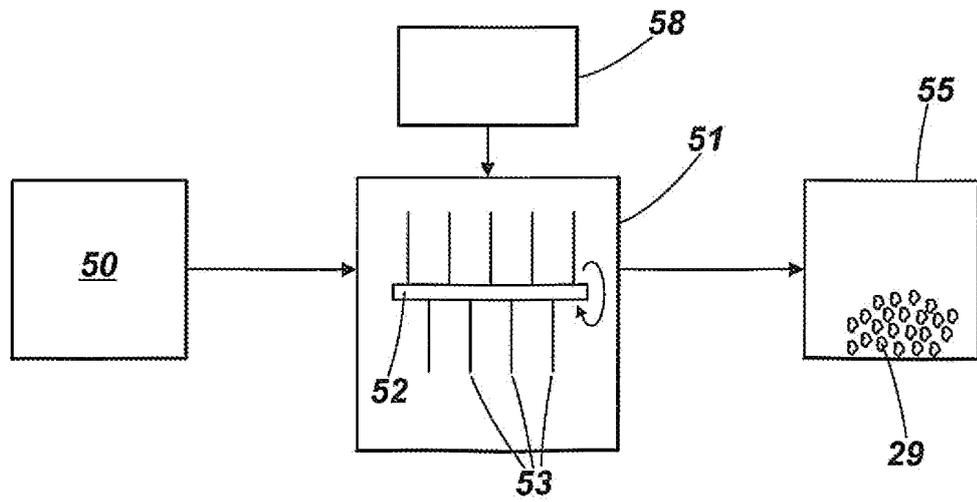


Fig. 5