

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 354**

51 Int. Cl.:

C02F 3/12 (2006.01)

C02F 3/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.07.2011** **E 11736188 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.01.2015** **EP 2590900**

54 Título: **Purificador que comprende un dispositivo de separación de sólidos, y procedimiento para la purificación de aguas residuales**

30 Prioridad:

08.07.2010 EP 10168907

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

08.05.2015

73 Titular/es:

**PAQUES I.P. B.V. (100.0%)
Tjalke de Boerstrjitte 24
8561 EL Balk, NL**

72 Inventor/es:

PRINS, RIENK

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 535 354 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

Purificador que comprende un dispositivo de separación de sólidos, y procedimiento para la purificación de aguas residuales

5 La invención se refiere a un purificador que comprende un dispositivo de separación de sólidos. La invención también se refiere a un procedimiento de purificación de aguas residuales. Un fluido se considera un agua residual si tiene componentes biológicamente degradables.

10 Tales purificadores que comprenden un dispositivo de separación de sólidos son conocidos a partir de la técnica anterior. Un purificador de ejemplo se divulga en el documento EP 2 065 344 A1 El tratamiento de aguas residuales de capa de lodo anaeróbico de flujo ascendente (UASB) es un proceso que generalmente emplea un reactor que tiene un recipiente de reacción que comprende un lecho de lodo anaeróbico granular. El agua residual afluente se distribuye uniformemente por debajo del lecho y fluye hacia arriba a través del lecho de biomasa. El fluido está continuamente en movimiento en el recipiente de reacción debido a flujos de gas que encuentran su trayectoria hacia arriba a través del fluido hacia el nivel del líquido.

15 En la realización conocida, cerca de la parte superior del recipiente de reacción, la fase de agua se separa de los sólidos y gas del lodo en un separador de tres fases (también conocido como un separador de gas-líquido-sólidos) o dispositivo de separación de sólidos. El documento EP 2 065 344 A1 divulga un dispositivo de separación de sólidos y gas que comprende una cámara de captación de sólidos. El fluido de la cámara de proceso o reacción puede entrar en el dispositivo de separación y en la cámara de captación de sólidos. La eficiencia de separación es mayor en condiciones de una turbulencia relativamente baja. Dispositivos de separación de sólidos alternativos, que no necesariamente comprenden una cámara de captación de sólidos, son conocidos, tal como dispositivos de remolino y tamices.

20 En la realización conocida, el fluido separado con sólidos del dispositivo de separación de sólidos se transporta de regreso al reactor, donde debido a las diferencias de densidad se inicia un flujo hacia abajo. En la parte inferior del reactor, el fluido se mezcla con el lodo o con el afluente. Las burbujas de gas, por ejemplo formadas en los procesos anaeróbicos, en el fluido provocan un transporte hacia arriba. De esta manera, se establece una circulación de flujos de fluido dentro del recipiente de reacción.

25 Un inconveniente de un purificador conocido con un dispositivo de separación de sólidos es que el fluido que está siendo separado en el dispositivo de separación de sólidos comprende componentes gaseosos, o burbujas, que suben y crean turbulencias. Estas burbujas también pueden dar a las partículas de lodo más pesadas una elevación no deseada, que interfiere con el proceso de separación en el dispositivo de separación de sólidos. Este efecto es conocido como "flotación de lodo" o simplemente "flotación". Estos inconvenientes limitan la eficiencia de un dispositivo de separación de sólidos para separar el lodo de otros líquidos y gases y, por lo tanto, limitan el funcionamiento de un purificador.

35 De acuerdo con la técnica anterior, el lecho de lodo en el reactor debe estar suficientemente muy por debajo del dispositivo de separación de sólidos, de tal forma que la materia de partículas separadas en la cámara de captación de sólidos puede caer a través del líquido al interior del lecho de lodo. Si el lecho de lodo rodea de manera efectiva el dispositivo de separación de sólidos, este efecto de caída no ocurriría, y el dispositivo de separación de sólidos se llenaría con materia de partículas y dejaría de funcionar. Como tal, los dispositivos de separación de sólidos conocidos ponen demandas específicas en el nivel del líquido y el lecho de lodo durante la operación, reduciendo la libertad del diseñador de un purificador.

La instalación del dispositivo de separación de sólidos cerca de la parte superior del recipiente de reacción es un inconveniente adicional, que complica la construcción del reactor.

45 El documento EP 0 493 727 divulga una combinación de UASB y purificador mecánico que tiene un dispositivo de separación de remolino externo conectado a un tubo externo. Internamente, el fondo del reactor purificador forma un dispositivo de separación mecánica que permite que la materia de partículas se asiente en una cámara de asentamiento por debajo del dispositivo de separación mecánica. La materia de partículas no puede atravesar el dispositivo de separación mecánica en la dirección opuesta, hacia arriba. Un inconveniente de este sistema es que se utilizan dos tipos distintos de dispositivos de separación, y que el dispositivo de separación externo requiere tubos que van a través del recipiente de reacción. Además, el lodo se asentará en el espacio de asentamiento por debajo de las líneas de afluencia, donde el lodo ya no interactúa con el material de afluencia, de tal forma que la eficiencia del proceso anaeróbico no es óptima.

Un objetivo de la presente invención es mejorar un purificador conocido. Un objetivo adicional de esta invención es proporcionar un procedimiento mejorado para la purificación de aguas residuales. Un objetivo adicional de esta invención es proporcionar un purificador de bajo coste.

55 Un objetivo se alcanza proporcionando un purificador, como se define en la reivindicación 1, de purificación de un fluido tal como agua residual, comprendiendo el purificador:

- un recipiente de reacción para un fluido, teniendo el recipiente de reacción una cámara de reacción y un fondo;
 - un tubo descendente que tiene un extremo superior y un extremo inferior, en el que el extremo superior del tubo descendente está conectado a un colector de fluido para captar el fluido del recipiente de reacción, y el tubo descendente está colocado para transportar el fluido hacia el fondo del recipiente de reacción;
- 5 - un dispositivo de separación de sólidos dispuesto para separar sólidos del líquido, comprendiendo el dispositivo de separación de sólidos una entrada de fluido colocada para introducir fluido en el dispositivo de separación de sólidos y una descarga de líquido colocada para retirar el líquido separado del dispositivo de separación de sólidos;

en el que la entrada de fluido del dispositivo de separación de sólidos está conectada al extremo inferior del tubo descendente y el dispositivo de separación de sólidos está colocado en o cerca del fondo del recipiente de reacción. El dispositivo de separación de sólidos se puede colocar dentro del recipiente de reacción. El dispositivo se puede colocar en el fondo del recipiente de tal forma que, en operación, el lecho de lodo rodea el dispositivo de separación de sólidos.

Por lo tanto, en una realización, el purificador comprende un recipiente de reacción, un tubo descendente y un dispositivo de separación de sólidos. El recipiente de reacción está colocado para contener un fluido. El recipiente de reacción tiene una cámara de reacción y un fondo. En una realización, el tubo descendente está colocado para captar fluido del recipiente de reacción y transportar el fluido hacia el fondo del recipiente de reactor. En una realización, el dispositivo de separación de sólidos comprende un alojamiento que tiene una entrada de fluido para suministrar fluido al interior de una cámara de captación de sólidos del dispositivo de separación de sólidos. El dispositivo de separación de sólidos además comprende una disposición de separación de material en partículas, colocada para separar sólidos y material líquido en el fluido entre sí. En una realización, el dispositivo de separación de sólidos además comprende una descarga de líquido para retirar fluido, en particular líquido separado, del dispositivo de separación de sólidos, estando la descarga de líquido colocada aguas debajo de la disposición de separación de material en partículas. En una realización, el dispositivo de separación de sólidos está situado en el fondo del recipiente de reactor. En una realización adicional, el dispositivo de separación de sólidos está situado cerca del fondo del recipiente de reactor, por ejemplo, en una parte inferior del recipiente de reactor soportado por patas de soporte o suspendido de una pared del recipiente. Esto permite ventajosamente una construcción en la que el tubo descendente puede extenderse esencialmente de manera vertical con un extremo superior del tubo descendente en una parte superior del recipiente de reacción, y una parte inferior del tubo descendente en una parte inferior del recipiente de reacción. Cuando el dispositivo de separación de sólidos está colocado en el fondo del recipiente de reacción, esto proporciona ventajosamente la mayor diferencia de altura entre el extremo superior del tubo descendente, donde se capta el fluido, y el dispositivo de separación de sólidos, donde se separa el fluido. Además, una colocación del dispositivo de separación de sólidos en o cerca del fondo o piso de la cámara o recipiente de reacción es estructuralmente conveniente, ya que colocar el dispositivo en una superficie es más fácil de situar que colocar el dispositivo en una altura, como se requiere en los ejemplos de la técnica anterior. Una ventaja adicional de colocar el dispositivo de separación de sólidos en el fondo del purificador, en particular en el fondo o piso del recipiente de reacción, es que se disminuye el área para que se apoye el lecho de lodo, lo que mejora el mezclado del fluido con el lodo cerca del fondo del recipiente de reacción. Todavía otra ventaja de colocar el dispositivo de separación de sólidos en las partes inferiores del purificador reside en el hecho de que el material en partículas separado será reintroducido en el recipiente de reacción en dichas partes inferiores. Esto permite ventajosamente que el lecho de lodo filtre dicho material, y tiende a evitar que el material suba inmediatamente de regreso hacia el nivel del fluido. Una ventaja de colocar el dispositivo de separación de sólidos dentro del lugar de fuera del recipiente es que la presión dentro del dispositivo de separación de sólidos y la parte que rodea el recipiente es igual, de tal forma que no hay la necesidad de fortificar el dispositivo de separación de sólidos para gestionar las diferencias de presión. Otra ventaja es que solamente los tubos verticales son necesarios, eliminando también la necesidad de tubos horizontales que van hacia fuera y de regreso al interior del recipiente. Una ventaja de tener solamente tubos verticales es que el riesgo de obstrucción debido al asentamiento de los sólidos se minimiza.

En una realización, la entrada de fluido del dispositivo de separación de sólidos está conectada al tubo descendente. El tubo descendente permite que el fluido desde un nivel más alto sea transportado hacia abajo y de acuerdo con esta realización es este fluido el que alimenta el dispositivo de separación de sólidos. El material fluido de cerca de la parte superior del reactor tiene una proporción más baja de (potencial) material gaseoso disuelto que el material fluido cerca del fondo del reactor.

Es una intuición de los inventores que el fluido cerca de la parte superior del reactor, donde de acuerdo con la técnica anterior está situado el dispositivo de separación de sólidos, está a una presión hidráulica baja en comparación con la presión hidráulica media en el recipiente de reactor, lo que lleva a que los componentes gaseosos disueltos se "relajen" para formar (micro)burbujas en el dispositivo de separación de sólidos, lo que afecta adversamente al funcionamiento del dispositivo de separación de sólidos.

El hecho de que el líquido o fluido a mayor presión pueda contener más componentes gaseosos disueltos en comparación con líquido a menor presión se aplica ventajosamente en la presente invención. Al llevar el fluido al dispositivo de separación de sólidos desde una altura (la diferencia en altura entre los extremos superior e inferior

- 5 del tubo descendente), el fluido con una proporción baja de (potencial) material gaseoso se introduce en el dispositivo de separación de sólidos. Ventajosamente, por lo tanto, el efecto de flotación se reduce mucho, lo que mejora la eficiencia del dispositivo de separación de sólidos. Ventajosamente, la invención permite una configuración modular de un purificador, donde el dispositivo de separación de sólidos se puede construir y posiblemente vender por separado del recipiente de reacción.
- 10 En una realización, el dispositivo de separación de sólidos tiene una línea efluente para retirar fluido del dispositivo de separación. La línea efluente puede estar conectada a una bomba, de tal forma que en operación la bomba provoca un flujo esencialmente constante a través de la línea efluente, que resulta en un efecto de succión en el dispositivo de separación de sólidos. Debido al efecto de succión, se extrae material del tubo descendente al dispositivo de separación a un ritmo constante, lo cual es beneficioso para el funcionamiento del dispositivo de separación de sólidos.
- 15 En una realización de acuerdo con la invención, el dispositivo de separación de sólidos comprende una cámara de captación de sólidos situada para recibir sólidos separados. Los sólidos separados del fluido mediante el dispositivo de separación de sólidos, en particular por la disposición de separación de material en partículas de dicho dispositivo, se puede captar ventajosamente en la cámara de captación de sólidos antes de ser reintroducidos en el recipiente de reactor.
- 20 En una realización de acuerdo con la invención, la diferencia de presión del fluido entre el extremo superior del tubo descendente y el extremo inferior del tubo descendente es al menos de 0,5 bar, preferiblemente al menos 1 bar. En una realización, la diferencia de presión es de al menos 1,5 bar, 2 bar, ó 2,5 bar.
- 25 En una realización de acuerdo con la invención, el purificador comprende un dispositivo de separación de gas, teniendo el dispositivo de separación de gas una salida de fluido que está conectada al colector. Ventajosamente, el dispositivo de separación de gas, que en una realización está situado cerca del nivel de fluido del purificador en operación, retirará el material gaseoso del fluido, reduciendo adicionalmente el contenido gaseoso del fluido que se capta posteriormente y se lleva hacia el dispositivo de separación de sólidos mediante el tubo descendente. El dispositivo de separación de gas puede estar colocado por debajo del nivel de la superficie del fluido de un purificador operacional. El dispositivo de separación de gas puede estar situado por debajo de un dispositivo de desbordamiento del purificador. En particular, es conveniente conectar el tubo descendente a un dispositivo de separación de gas por debajo de la superficie del fluido, ya que una conexión directa de un tubo descendente a un dispositivo de desbordamiento puede introducir burbujas de gas no deseadas dentro del tubo descendente.
- 30 En una realización de acuerdo con la invención, la cámara de captación de sólidos está provista de medios para retirar material captado o recibido de la cámara de captación de sólidos. Al retirar activamente el material captado, se evita que la cámara de captación de sólidos, por ejemplo una cámara de captación de sólidos dentro de una tolva en la parte inferior de un dispositivo de separación de sólidos, se llene con material en partículas, interfiriendo de esta manera con el flujo de la cámara de captación de sólidos en la disposición de separación de material en partículas. La cámara de captación de sólidos comprende una o más salidas para que el fluido que contiene material en partículas regrese al interior o en la dirección de la cámara de reacción. El material separado, en particular sólido, recircula dentro del recipiente de reacción. Se pueden formar salidas en una pared de la cámara de captación de sólidos mediante aberturas para retirar fluido y lodo de la cámara de captación de sólidos al interior del recipiente de reacción del purificador.
- 35 En una realización de acuerdo con la invención, los medios para retirar el material separado comprenden segmentos ramificados en conexión de fluido con un sistema de entrada de fluido. Los segmentos ramificados, los cuales pueden estar formados como tubos, tienen extremos abiertos dentro de la cámara de captación de sólidos, los cuales pueden tomar el material captado desde la cámara.
- 40 En una realización, el material en partículas se retira de la cámara de captación de sólidos del dispositivo de separación de sólidos mediante un efecto de succión creado por un flujo adicional o afluyente o una mezcla de fluido reciclado y afluyente dentro de la cámara de reacción. En una realización de acuerdo con la invención, el sistema de entrada de fluido comprende partes de inyección tales como bombas de chorro o boquillas dispuestas para provocar un efecto de succión a través de los segmentos ramificados. Las bombas de chorro se pueden formar como aberturas de salida de segmentos de tubo, donde los segmentos de tubo tienen una restricción justo antes de la abertura. Cuando el fluido fluye a través de los segmentos de tubo y las aberturas de salida, la presión en la restricción se reducirá. Al conectar los segmentos ramificados a los segmentos de tubo cerca de las restricciones, la presión reducida bajo condiciones de operación provocará un efecto de succión que hace que el material, tal como el material en partículas captado, sea succionado al interior de los segmentos ramificados. Luego el material también se emite desde las partes de inyección al interior de la cámara de reacción.
- 45 En una realización, el material en partículas se retira de la cámara de captación de sólidos del dispositivo de separación de sólidos mediante un efecto de succión creado por un flujo adicional o afluyente o una mezcla de fluido reciclado y afluyente dentro de la cámara de reacción. En una realización de acuerdo con la invención, el sistema de entrada de fluido comprende partes de inyección tales como bombas de chorro o boquillas dispuestas para provocar un efecto de succión a través de los segmentos ramificados. Las bombas de chorro se pueden formar como aberturas de salida de segmentos de tubo, donde los segmentos de tubo tienen una restricción justo antes de la abertura. Cuando el fluido fluye a través de los segmentos de tubo y las aberturas de salida, la presión en la restricción se reducirá. Al conectar los segmentos ramificados a los segmentos de tubo cerca de las restricciones, la presión reducida bajo condiciones de operación provocará un efecto de succión que hace que el material, tal como el material en partículas captado, sea succionado al interior de los segmentos ramificados. Luego el material también se emite desde las partes de inyección al interior de la cámara de reacción.
- 50 En una realización, el material en partículas se retira de la cámara de captación de sólidos del dispositivo de separación de sólidos mediante un efecto de succión creado por un flujo adicional o afluyente o una mezcla de fluido reciclado y afluyente dentro de la cámara de reacción. En una realización de acuerdo con la invención, el sistema de entrada de fluido comprende partes de inyección tales como bombas de chorro o boquillas dispuestas para provocar un efecto de succión a través de los segmentos ramificados. Las bombas de chorro se pueden formar como aberturas de salida de segmentos de tubo, donde los segmentos de tubo tienen una restricción justo antes de la abertura. Cuando el fluido fluye a través de los segmentos de tubo y las aberturas de salida, la presión en la restricción se reducirá. Al conectar los segmentos ramificados a los segmentos de tubo cerca de las restricciones, la presión reducida bajo condiciones de operación provocará un efecto de succión que hace que el material, tal como el material en partículas captado, sea succionado al interior de los segmentos ramificados. Luego el material también se emite desde las partes de inyección al interior de la cámara de reacción.
- 55 El sistema de entrada sirve, por lo tanto, para al menos dos propósitos. Lleva material afluyente o una mezcla de material afluyente y reciclado al interior de la cámara de reacción y, al hacerlo, el transporte del material desde la abertura de salida provocará un efecto de succión que succiona el material en partículas, que ha sido separado mediante la disposición de separación de material en partículas, fuera de la cámara de captación de sólidos. En una realización donde el dispositivo de separación de sólidos se coloca dentro del recipiente de reacción o cámara de

- reacción, el material en partículas se introducirá por lo tanto en dicha cámara. Ventajosamente, el material en partículas se puede llevar directamente al lecho de lodo en una cámara de reacción, para el mezclado óptimo del material en partículas con el lodo. Una ventaja adicional de tal dispositivo de separación de sólidos es que, siempre que la succión sea lo suficientemente fuerte, puede funcionar mientras está siendo rodeado de manera efectiva por, o incluso sumergido en, el lecho de lodo de un recipiente de reacción.
- El afluente entrante se comportará efectivamente como un chorro de fluido o agua, el cual ejercerá una fuerza de succión en el material en partículas que se capta cerca del lado inferior del dispositivo de separación de sólidos, ayudando de esta manera a la retirada de dicho material de la cámara de captación de sólidos. Debido a esta retirada efectiva del material en partículas captado, que funciona incluso si el dispositivo de separación de sólidos está incrustado en el lecho de lodo, ya no es necesario colocar el dispositivo de separación de sólidos a una altura por encima del nivel del lodo. Una ventaja es que se simplifica la construcción de un purificador utilizando dicho dispositivo de separación de sólidos, ya que la cámara de reacción o el recipiente de reactor del purificador no se requiere para soportar un dispositivo de separación de sólidos a una altura por encima del lecho de lodo.
- En una realización, una porción del efluente desde la descarga de líquido se reintroduce, preferiblemente se reinyecta, al interior del recipiente de reactor junto con el afluente como una alimentación para la bomba de chorro.
- En una realización de acuerdo con la invención, el dispositivo de separación de sólidos comprende partes de pared anguladas que van desde la parte superior a la inferior, son cónicas hacia fuera hacia los lados del recipiente de reacción. Ventajosamente, estas partes de pared anguladas pueden formar una estructura a modo de capa dentro de la cámara de reacción o recipiente de reacción. El lodo que desciende de las partes más altas de la cámara de reacción puede deslizarse de las partes de pared anguladas en la dirección de las boquillas de afluente, minimizando de esta manera el riesgo de zonas sin mezclar en la parte inferior del reactor.
- En una realización de acuerdo con la invención, el purificador comprende una pluralidad de dispositivos de separación de sólidos. Ventajosamente, en particular para recipientes de reacción más grandes, una pluralidad de dispositivos de separación de sólidos más pequeños pueden trabajar de manera más eficiente que un solo dispositivo de separación de sólidos grande.
- En una realización de acuerdo con la invención, la disposición de separación de material en partículas comprende una fila de placas paralelas oblicuas que forman canales. La fila de placas oblicuas funciona como una disposición de separación de material en partículas. Los canales formados por estas placas separan el fluido que pasa a través de las mismas. La materia en partículas tenderá a fluir hacia abajo, mientras que los materiales líquidos tienden a fluir hacia arriba de los canales oblicuos. En una realización de acuerdo con la invención, las placas paralelas oblicuas de la disposición de separación de material en partículas están construidas y alojadas para provocar un flujo en la dirección hacia arriba desde la cámara de captación de sólidos a la descarga de líquido del dispositivo de separación de sólidos. El material en partículas o similar al lodo se capta en la cámara de captación de sólidos mientras el material reciclado, limpio, líquido se puede descargar de la cámara de captación de sólidos y eventualmente del purificador a través de la descarga de líquido. En una realización, la cámara de captación de sólidos está colocada debajo del separador de material en partículas. De esta manera, el flujo de entrada dentro de la cámara de captación de sólidos se dirige opuesto a la salida o al flujo de salida hacia la descarga de líquido. Los flujos de entrada y salida resultarán en un flujo de circulación en la cámara de captación de sólidos.
- En una realización de acuerdo con la invención, se proporciona una bomba para bombear fluido afluente o una mezcla de fluido afluente y efluente desde la descarga de líquido del dispositivo de separación de sólidos al interior de la cámara de reacción a través de un sistema de entrada. Ventajosamente, la bomba crea el chorro de agua necesario para crear una subpresión y retirar el material en partículas separado de la cámara de captación de sólidos dentro de la cámara de reacción.
- El uso de una bomba en combinación con una disposición de separación de material en partículas comprende placas oblicuas es conveniente, ya que la bomba provocará que el fluido fluya con un caudal esencialmente constante sobre las placas, lo cual es beneficioso para el funcionamiento de las placas oblicuas.
- En una realización alternativa, el tubo descendente puede captar fluido desde el recipiente y extenderse parcialmente fuera del recipiente. El dispositivo de separación de sólidos puede estar colocado en la trayectoria externa del tubo descendente.
- La invención proporciona un dispositivo de separación de sólidos que está formado y colocado para su uso en un purificador de acuerdo con la invención, como se describió anteriormente.
- La invención además proporciona un procedimiento como se define en la reivindicación 8 para la purificación aeróbica y anaeróbica de un fluido de agua residual utilizando un purificador, comprendiendo el procedimiento las etapas de
- subir la presión hidráulica en una cantidad de fluido en una cámara de reacción del purificador desde una primera válvula de presión a una segunda válvula de presión, siendo dicha segunda válvula de presión más alta que la primera válvula de presión;

- separar material en partículas de la cantidad de fluido; y
- reintroducir el material en partículas separado dentro de la cámara de reacción.

5 El purificador puede ser un purificador como se describió anteriormente. Un dispositivo de separación de sólidos como se describió anteriormente se puede utilizar para separar sólidos de los líquidos. Es ventajoso subir la presión del fluido para que esté (al menos parcialmente) separado en el material líquido en partículas antes de la etapa de separación debido al efecto de flotación mencionado anteriormente, que se produce en los dispositivos de separación de sólidos. Esto mejora la eficiencia del dispositivo de separación de sólidos.

10 En una realización adicional de acuerdo con la invención, subir la presión hidráulica comprende la etapa de transportar la cantidad de fluido desde una primera posición en la cámara de reacción a una segunda posición, más baja, en la cámara de reacción, por ejemplo, utilizando un tubo descendente como se describió anteriormente. En una realización, el segundo valor de presión es de al menos 0,5 bar, preferiblemente al menos 1 bar mayor que el primer valor de presión.

15 En una realización de acuerdo con la invención, la etapa de subir la presión hidráulica en una cantidad de fluido está precedida mediante la separación de una cantidad de gas de dicha cantidad de fluido. Al retirar al menos parcialmente el gas del fluido, el efecto de flotación en una etapa posterior de separación de material en partículas se reducirá más.

20 En una realización de acuerdo con la invención, la etapa de reintroducir material en partículas en la cámara de reacción comprende retirar el material en partículas de una cámara de captación de sólidos de un dispositivo de separación de sólidos mediante un efecto de succión creado mediante un flujo adicional de afluente o una mezcla de fluido reciclado y afluente dentro de la cámara de reacción. Ventajosamente, esta medida introduce nuevo material fluido que será limpiado dentro del purificador y sirve simultáneamente para arrastrar el material en partículas que se ha captado o está siendo recibido en la cámara de captación de sólidos fuera del dispositivo de separación de sólidos dentro de la cámara de reacción del purificador, alterando de esta manera el lecho de lodo y mejorando el mezclado. En una realización adicional de acuerdo con la invención, el material en partículas se retira de la cámara de captación de sólidos del dispositivo de separación de sólidos mediante un chorro de fluido.

Aspectos de la invención serán ahora descritos con referencia a las figuras 1 a 3, en las que:

- las figuras 1a-1b muestran esquemáticamente un purificador de acuerdo con la invención.
- las figuras 2a-2c muestran esquemáticamente un dispositivo de separación de sólidos de un purificador de acuerdo con la invención.
- 30 - la figura 3 muestra esquemáticamente un captador de fluido y un dispositivo de separación de gas de un purificador de acuerdo con la invención,
- la figura 4 muestra esquemáticamente una disposición de entrada de afluente alternativo de acuerdo con la invención,
- la figura 5 muestra esquemáticamente otra variación de acuerdo con la invención.

35 Con referencia a las figuras 1a y 1b, el purificador 100 comprende un recipiente de reacción 10. El recipiente de reacción 10 está provisto de un sistema de entrada 32 para introducir afluente en el purificador, y una línea de salida 33 para retirar líquido reciclado o efluente del purificador. El purificador 100 además comprende una línea de salida de biogás 94 para retirar el biogás separado del fluido en el recipiente de reacción a una unidad de biogás 37, donde el biogás se capta o se utiliza.

40 La fuente de afluente 34 está conectada a través de una línea de fluido a una línea de afluente 31. La bomba 30 está conectada a la línea de afluente 31 y, en operación, provoca que la mezcla de afluente de la fuente de afluente 34 y el efluente de la línea de salida 33, que está conectada a la línea de afluente 31, se transporte a través de la línea de afluente 31 al sistema de entrada 32 y, por lo tanto, al interior del recipiente de reacción 10. En una disposición alternativa, no mostrada en la figura 1, la fuente de afluente 34 está conectada a la línea de afluente 31 aguas abajo de la bomba 30.

45 El tubo de efluente 28 conecta la línea de captación de efluente 56 al recipiente de desgasificación/cierre hidráulico 81 situado en las partes superiores del reactor, cerca del nivel del fluido en condiciones de operación. En este tubo de efluente 28 y recipiente 81 el fluido se "relaja" y el gas disuelto forma burbujas que escapan del recipiente 81 al espacio de encabezamiento 93 del reactor. El recipiente 81, junto con la tubería de efluente de conexión 83, 84 y 38 (véase la figura 3) sirve como un cierre hidráulico para evitar que el gas del espacio de encabezamiento escape con el efluente, abandonando el reactor, por ejemplo, a través de la línea de retirada de efluente 84 y 38 a la unidad de captación 35'. El efluente se puede dejar que abandone el reactor a través de las líneas de retirada de efluente 84 y 38 a la unidad de captación 35'. El gas producido en el dispositivo de separación de sólidos 20 o arrastrado en el mismo mediante el tubo descendente 14 (ver más adelante) será dirigido al espacio de encabezamiento 93 del

reactor mediante el tubo 28, pero el recipiente 81 evitará que este gas entre en la línea de retirada de efluente 84. En la parte superior del recipiente de reacción está dispuesta una línea de salida de biogás 94, donde el biogás puede ser retirado del espacio de encabezamiento 93 para que entre a la unidad de captación de biogás 37.

5 También conectada a la línea de salida 33 hay una línea de ramificación con la válvula ajustable 36, la cual puede estar parcialmente abierta y cerrada. En la posición abierta, algo del material efluente será llevado desde la línea de salida 33 a través de la línea de ramificación a la unidad de captación de efluente 35. No todo el material efluente se mezclará con el material afluente que viene de la fuente de afluente 34. Si el material afluente de la fuente de afluente 34 comprende demasiada contaminación (por ejemplo, material similar al lodo o en partículas, otros componentes biodegradables), el purificador puede no trabajar de manera óptima. Ventajosamente, el material afluente se diluye en cierta medida al mezclarlo con el fluido efluente, de tal forma que una mezcla óptima se lleva al interior del purificador.

10 El efluente puede entonces retirarse del reactor yendo desde la línea de captación 56 a través del tubo de efluente 28 o a través de la línea de salida 33. Son posibles realizaciones alternativas que utilizan cualquiera o ambas de estas opciones. Además, son posibles realizaciones con o sin una mezcla de efluente con afluente como se describió anteriormente. Las unidades de captación de efluente 35 y 35' se pueden realizar como una sola unidad.

15 El interior del recipiente de reacción 10 del purificador comprende la cámara de reacción 11. Bajo condiciones de operación, el recipiente de reacción contiene un fluido, teniendo el fluido un nivel de fluido 61 y comprendiendo, por debajo del nivel de fluido, un lecho de lodo 60. En la cámara de reacción 11, en particular en o cerca del lecho de lodo 60, el agua residual puede reaccionar, en el ejemplo actual en una forma anaeróbica, para formar gas y una cantidad relativamente pequeña de lodo biológico o materia en partículas.

20 La mezcla de gas, líquido y materia en partículas puede fluir libremente dentro del recipiente de reactor 10. El flujo puede ser llevado por las diferencias de densidad en el fluido. Las densidades menores subirán a la superficie. En algunas ocasiones, el gas puede pegarse a materia en partículas (más pesada), lo que resulta también en el ascenso de la materia en partículas a la superficie 61. El resultado de las reacciones (bio)químicas en la cámara de reacción 11 son flujos turbulentos en el fluido.

25 En la realización que se muestra en la figura 1, un dispositivo de separación de sólidos 20, que comprende un recipiente de separación 25, está colocado dentro del recipiente de reacción 10. Un tubo descendente 14, formado como un tubo, se extiende verticalmente desde una parte superior, por encima del lecho de lodo, de la cámara de reacción 11 a una parte inferior de la cámara de reacción 11 donde se conecta al dispositivo de separación de sólidos 20. El dispositivo de separación de sólidos 20 está colocado ilustrativamente en el fondo 12 del recipiente de reacción 10.

30 Preferiblemente, el dispositivo de separación de sólidos 20 está colocado en una parte inferior de la cámara de reacción 11, donde las presiones más altas prevalecen en lugar de en una parte superior de la cámara de reacción 11. El dispositivo de separación de sólidos 20 puede estar situado de tal forma que en condiciones de operación está completamente, o al menos parcialmente, rodeado por el lecho de lodo 60. El dispositivo de separación de sólidos 20 comprende una disposición de separación de material en partículas 21 y una cámara de captación de sólidos 23, donde se capta el material en partículas separado. En el ejemplo actual, la cámara de captación de sólidos 23 está colocada dentro de la tolva 24 en la parte inferior del recipiente de separación o alojamiento 25 por debajo de la disposición de separación material en partículas 21. La cámara de captación de sólidos 23 está provista de medios para llevar el material captado de regreso al interior de la cámara de reacción 11.

35 Diferentes materiales de partículas o disposiciones de separación de sólidos 21 están disponibles para la persona experta. En los presentes ejemplos, se describirá una disposición de separación de material con base en placas paralelas oblicuas (48). Sin embargo, se pueden aplicar disposiciones de separación de sólidos alternativas de acuerdo con la invención, tal como disposiciones o tamices de remolino.

40 El extremo superior 91 del tubo descendente 14 está conectado al captador de fluido 13 situado en una parte superior de la cámara de reacción 11. Si el purificador se opera con un lecho de lodo, el extremo superior 91 y el captador de fluido 13 deben estar situados por encima del nivel del lecho de lodo 60. El purificador puede también trabajar en un modo mixto, esto es, el recipiente de reacción que comprende fluido esencialmente sin un lecho de lodo. El extremo inferior 92 y el dispositivo de separación de sólidos pueden estar situados por debajo del nivel del lecho de lodo, sin embargo, el purificador también funcionará si está situado por encima del nivel del lecho de lodo 60. El captador de fluido 13 está colocado para captar fluido de una parte superior de la cámara de reacción 11, donde las presiones inferiores prevalecen en lugar de en una parte inferior, y para transportar este fluido al interior del tubo descendente 14 hacia el dispositivo de separación de sólidos 20. Este efecto de transporte de fluido se puede obtener con la ayuda de la gravedad y/o una fuerza de succión del tubo descendente 14. Un dispositivo de separación de gas 45 está conectado al captador de fluido 13. El dispositivo de separación de gas 45 está colocado para tomar fluido cerca del nivel de fluido 61 y separar material gaseoso de otros componentes de fluido. El material gaseoso será guiado al espacio de encabezamiento 93 del reactor y finalmente fuera del reactor a través de la línea de salida de biogás 94.

Ahora se describirán componentes y realizaciones ejemplares del purificador 100 en más detalle, con referencia a las figuras 1a-3.

5 Un tubo descendente 14 está formado como un tubo para material fluido 39, teniendo el tubo descendente un extremo superior 91 y un extremo inferior 92. El tubo descendente 14 está colocado para guiar flujos de fluido en el recipiente de reacción 10. El tubo descendente 14 está colocado para permitir un flujo de recirculación de fluido en el recipiente. El fluido desgasificado desde cerca del nivel de fluido 61 es transportado a un nivel inferior en el recipiente de reacción 10.

10 El extremo inferior 92 del tubo descendente 14 está conectado a una entrada de fluido del dispositivo de separación de sólidos 20. En el dispositivo de separación de sólidos 20 que se muestra en la figura 2b ó 2c, el tubo descendente 14 sale de un techo plano de una sección de entrada 72 del recipiente de separación 25. Junto a la sección de entrada 72, que forma la entrada de fluido del dispositivo de separación de fluidos 20 en el ejemplo actual, el recipiente de separación 25 comprende una cámara de captación de sólidos 23, la cual en el ejemplo actual está en una sección de asentamiento 73 separada de la sección de entrada 72 por medio de una partición 71 que se extiende desde el techo del recipiente de separación 25 hacia abajo. El fluido puede fluir desde el tubo descendente 14 al interior de la sección de entrada 72, luego fluir por debajo de la partición 71 para entrar a la sección de asentamiento 73 a través de la cámara de captación de sólidos 23. Los sólidos se pueden separar en la sección de asentamiento 73 y fluir de regreso a la cámara de captación de sólidos 23.

20 Son posibles disposiciones alternativas. La partición 71 puede estar ausente, de tal forma que el fluido desde el tubo descendente puede fluir fácilmente al interior de la sección de asentamiento 73 desde la sección de entrada 72. En un ejemplo adicional, la sección de entrada 72 puede estar ausente, y el tubo descendente puede salir a través de la parte de techo 40 del dispositivo de separación de sólidos 20 al interior de la cámara de captación de sólidos 23. En el ejemplo actual, la parte de techo 40 del dispositivo de separación de sólidos 20 tiene una forma similar a un techo a dos aguas, con partes anguladas de techo no horizontales, sobre las cuales el lodo no se puede asentar fácilmente. Ventajosamente, el lodo se deslizará fuera de las partes anguladas de techo.

25 El recipiente de separación 25 en las figuras 2b y 2c tiene partes de pared vertical 41 que se extienden verticalmente por debajo de la parte de techo 40. La mitad inferior del recipiente de separación 25 en la figura 2b tiene partes de pared angulada 26 que, yendo desde la parte superior a la inferior, son cónicas hacia fuera (divergen) hacia los lados del recipiente de reacción 10. Una ventaja de estas partes de pared angulada 26 es que el lodo no se asienta fácilmente en la misma, sino que más bien se desliza hacia abajo por la influencia de la gravedad. En una variante conveniente, el lodo se desliza en la dirección de las boquillas de mezclado. El movimiento del lodo mejora el mezclado del lodo con el material afluente y, por lo tanto, mejora las reacciones anaeróbicas. La figura 2c muestra un ejemplo sin las partes de pared angulada 26, de tal forma que la tolva 24 y las patas de soporte 29 del recipiente de separación 25 son visibles. Una ventaja de la alternativa sin las partes de pared angulada 26 es que el volumen del dispositivo es menor, de tal forma que una carga mecánica más pequeña tiene que soportarse mediante la unidad de asentamiento. Especialmente en las realizaciones que utilizan múltiples dispositivos de separación de sólidos 20 distribuidos a través del fondo 12 de la cámara de reacción 11, esto puede ser especialmente conveniente. Por lo tanto, en una realización, dos o más dispositivos de separación de sólidos y tubos descendentes se colocan en un solo recipiente 10.

40 Dentro del recipiente de separación 25, principalmente rodeado por las partes de pared vertical 41, hay una disposición de separación de material en partículas 21, en un dispositivo de ejemplo que se ilustra esquemáticamente en las figuras 1b (vista lateral), 2a (vista superior), y 2b y 2c (perspectiva). El fluido del tubo descendente 14 se introduce en el recipiente de separación 25 en un punto aguas arriba de la disposición de separación de material en partículas 21. El fluido se introduce en la cámara de captación de sólidos 23 o en un punto aguas arriba de la cámara de captación de sólidos 23, tal como una sección de entrada 72 desde donde éste se guía hacia la cámara de captación de sólidos 23 y la disposición de separación de material en partículas 21. Preferiblemente, el fluido se introduce en la cámara de captación de sólidos 23 junto a, o por debajo de la disposición de separación de material en partículas 21.

50 La disposición de separación de material en partículas 21 de ejemplo en la figura 1b comprende una pila de placas oblicuas 48. Las placas oblicuas 48 tienen una parte más baja 49 orientada verticalmente. En el ejemplo actual, la disposición de separación de material en partículas 21 tiene el efecto de llevar algo del material líquido que se lleva al recipiente de separación 25 a través del tubo descendente 14 a la parte superior del recipiente de separación 25, por debajo de la parte de techo 40, donde éste fluye a través de la línea de captación de efluente 56 a la línea de salida 33. Parte del material en partículas será llevado o la disposición de separación de material en partículas 21 de regreso al interior de la cámara de captación de sólidos 23 del recipiente de separación 25.

55 El dispositivo de separación de sólidos 20 de acuerdo con la realización de la figura 2a comprende un tubo de descarga de líquido 56 para descargar líquido de las partes superiores del recipiente de separación 25. El tubo de descarga 56 está provisto de orificios de entrada 57 que permiten que el líquido en el dispositivo de separación de sólidos 20 fluya al interior del tubo. El tubo de descarga 56 está conectado a la línea de salida 33. La cantidad de líquido descargado del dispositivo de separación de sólidos 20 puede ser controlada o manipulada utilizando la bomba 30. El tubo de efluente 28 está conectado al tubo de descarga 56, el cual está colocado también para llevar

efluente. Además, el tubo de efluente 28 puede llevar componentes gaseosos del fluido que de otra forma pueden captarse en el tubo de descarga 56 o en cualquier otra parte en el dispositivo de separación de sólidos 20. El tubo de efluente 28 tiene una sección de extremo abierta 83 en el recipiente de efluente 81 (mostrada en la figura 3). Un tubo de efluente 28 es sino una manera de tratar con componentes gaseosos en el dispositivo de separación de sólidos 20. Disposiciones alternativas pueden utilizar una válvula de escape u otro dispositivo de alivio de presión. Como se remarcó anteriormente, ambas líneas de efluente, la línea de salida 33 y el tubo de efluente 28, no necesitan estar presentes. Un purificador de funcionamiento puede estar colocado al proporcionar cualquiera de estas dos líneas, o ambas líneas.

El sistema de entrada 32 que se muestra en la figura 2a comprende un número de segmentos de tubo 52 que reciben material afluente de la línea de afluente 31. En los puntos de extremo de los segmentos de tubo 52 se proporcionan unas boquillas o bombas de chorro o, generalmente, partes de inyección 53. Cerca de las partes de inyección 53, los segmentos de ramificación 54 están conectados a los segmentos de tubo 52. Los segmentos de ramificación 54 salen al menos parcialmente al interior de la cámara de captación de sólidos 23 (en el ejemplo actual dentro de la tolva 24). Las partes de inyección 53 están colocadas de tal forma que cuando el fluido fluye a través de las partes de inyección 53 dentro de la cámara de reacción 11, un efecto de succión succionará en el material a través de los segmentos de ramificación 54. En la realización ejemplar de la figura 2a, tres segmentos de ramificación 54 están colocados de tal forma que pueden succionar el material asentado desde tres posiciones en la cámara de captación de sólidos 23 y llevar el material de regreso a la cámara de reacción 11 a través de las partes de inyección 53.

En el ejemplo de la figura 3, el dispositivo de separación de gas 45 en la parte superior del captador de fluido 13 tiene canales que están formados entre las placas oblicuas 46. Las placas oblicuas 46 están colocadas en una disposición de superposición. El dispositivo de separación de gas 45 está soportado por las barras 80, las cuales están conectadas a las paredes del recipiente de reacción 10. Las placas oblicuas 46 del dispositivo de separación de gas 45 están colocadas de tal forma que cuando el fluido fluye a través de los canales que se forman entre las placas, los elementos gaseosos tienden a subir, para ser guiados eventualmente al espacio de encabezamiento 93 del reactor y finalmente a la línea de salida de biogás 94.

La operación del purificador es como sigue. Bajo condiciones de operación, la cámara de reacción 11 se llena con material fluido 39. Preferiblemente, el nivel de fluido 61 del material fluido 39 está justo por encima del captador de fluido 13 y bien por debajo de la salida para la línea de salida de biogás 94. De esta forma, el biogás puede escapar del material fluido 39 para ser captado en la parte de la cámara de reacción 11 por encima del nivel de fluido (espacio de encabezamiento 93) y luego salir del purificador a través de la línea de salida de biogás 94. El material fluido de la parte superior del reactor se capta eventualmente en el captador fluido 13 y se lleva al interior del dispositivo de separación de sólidos 20 para la separación en líquido y material en partículas. El material fluido comprende un lecho de lodo anaeróbico. Debido a su peso relativo mayor, el material de lodo estará principalmente situado en las partes inferiores de la cámara de reacción 11.

El material afluente, por ejemplo agua residual industrial que se va a limpiar, se bombea mediante la bomba 30 desde la fuente de afluente 34 a través de la línea de afluente 31 al recipiente de reacción 10. Antes de entrar al recipiente, el material afluente se mezcla con el material efluente de la línea de salida 33. La mezcla entra al recipiente a través del sistema de entrada 32, y fluye a través de bombas de chorro, o más generalmente partes de inyección 53 al interior de la cámara de reacción 11. Este flujo de afluente provoca una fuerza de succión o efecto que extrae material fluido, en particular material en partículas que se capta en la cámara de captación de sólidos 23, fuera de la cámara de captación de sólidos 23 a través de segmentos de ramificación 54 y partes de inyección 53 al interior de la cámara de reacción 11. Por lo tanto, ventajosamente, el material asentado se lleva de regreso al lecho de lodo, donde puede continuar el procesamiento anaeróbico. Esto asegura que la cámara de captación de sólidos 23 no se llenará con material separado captado, incluso si el lecho de lodo rodea de manera efectiva toda la cámara de captación de sólidos 23. Los dispositivos de separación de sólidos de la técnica anterior, que carecen del efecto de succión bajo condiciones de operación que ayuda a retirar el material captado, no pueden funcionar en o bajo un lecho de lodo.

Preferiblemente, el sistema de entrada 32 está colocado de tal forma que el flujo de material afluente no crea turbulencias o perturbaciones de flujo importantes en las regiones de la cámara de captación de sólidos 23 cerca de la disposición de separación de material en partículas 21.

En una realización, algunas o todas las partes de inyección 53 están por debajo de las partes de pared anguladas 26. Donde este sea el caso, bajo las partes laterales de pared 26 colocadas de manera oblicua, prevalece el patrón de flujo más turbulento como resultado del flujo afluente. En una realización alternativa, todas las partes de inyección 53 están fuera de las partes de pared anguladas 26, o las partes de pared anguladas 26 están ausentes completamente.

La mezcla de material afluente y material succionado captado de la cámara de captación de sólidos 23 que se introduce entonces al lecho de lodo será procesada en el lecho de lodo. Durante el procesamiento, se formarán burbujas de gas que subirán a través del lecho de lodo y el material fluido 39. Las burbujas de gas que suben también mantienen el lodo y el fluido en movimiento. Los componentes líquidos del fluido también tenderán a subir

debido a su peso relativamente más bajo en comparación con el lodo y los materiales en partículas en el fluido.

Los materiales líquidos y gaseosos suben eventualmente cerca del nivel de fluido 61 del material fluido. Aquí, el biogás se separa del fluido mediante el dispositivo de separación de gas 45, y el biogás se retira eventualmente del recipiente de reacción 10 a través de la línea de salida de biogás 94. El gas que escapa del fluido a través de la superficie del fluido 61 también se capta en la línea de salida de biogás 94. El dispositivo de separación de gas 45 en el ejemplo actual está provisto de placas oblicuas 46 para separar gas del líquido. Sin embargo, también se pueden utilizar otros medios, particularmente medios sin placas oblicuas, para separar el gas del fluido.

El material fluido desgasificado, en esta altura en la cámara de reacción 11 que comprende en su mayoría material líquido, será captado en el colector de fluido 13 y se moverá a través del tubo descendente 14 hacia el dispositivo de separación de sólidos 20, donde éste entrará a la región superior del recipiente de separación 25. Como se mencionó anteriormente, el fluido que ha entrado al recipiente de separación 25 se separará en la disposición de separación de material de partículas 21. El dispositivo está colocado para operar de tal manera que en la parte inferior del recipiente de separación 25, la cámara de captación de sólidos 23 puede captar el lodo y la materia en partículas, y en la parte superior del recipiente de separación, por debajo de la parte de techo 40, se puede captar el material líquido para su retirada a través de la línea de salida 33 ó 28.

El líquido limpiado puede alcanzar la línea de salida de efluente 33 después de pasar a través de la cámara de captación de sólidos 23 y la disposición de separación de material en partículas 21. El movimiento del líquido a través de las placas oblicuas 48 de la disposición de separación de material en partículas 21 será en las direcciones generalmente hacia arriba. Las placas están colocadas de tal forma que el material en partículas que se asienta tenderá, debido a la fricción con las superficies de placa, a fluir de nuevo hacia abajo a la cámara de captación de sólidos 23, mientras que los líquidos tenderán a ir hacia arriba hacia la línea de salida 33.

Al fluir a través de la sección de entrada 72, el flujo de entrada de fluido continuará su movimiento de flujo dentro de la cámara de captación de sólidos 23. De ahí, el fluido puede fluir a través de la disposición de separación de material de partículas 21. Durante el flujo hacia arriba del fluido a lo largo de la superficie inferior de un canal entre las placas oblicuas 48, se formará un flujo semi-laminar, en el cual las partículas más pesadas todavía presentes en el fluido se depositarán fácilmente y fluirán en una dirección inversa, esto es, en la dirección de la cámara de captación de sólidos 23. Otra disposición de separación de material en partículas 21, por ejemplo sin utilizar placas oblicuas 48, se puede utilizar en realizaciones alternativas de la invención.

En la realización ejemplar, aunque el dispositivo de separación de sólidos 20 puede liberar fragmentos gaseosos a través del tubo de efluente 28, el dispositivo de separación de sólidos 20 no está particularmente colocado para separar gas del líquido. Esta disposición sin un dispositivo de separación de gas en el dispositivo de separación de sólidos 20 es posible debido al hecho de que el tubo descendente 14 suministrará material fluido con un contenido gaseoso relativamente bajo. Además, el problema de flotación conocido en los purificadores de la técnica anterior que tienen un dispositivo de separación de sólidos 20 se reduce mucho debido al bajo contenido gaseoso del fluido del tubo descendente.

El líquido que fluye hacia arriba a través de los canales que se forman entre las placas 48 puede entrar al tubo de descarga 56 a través de los orificios de entrada 57. El tubo de descarga 56 está conectado a la línea de salida 33 y 22. El tubo de descarga 56 forma la descarga de líquido del dispositivo de separación de sólidos 20 y parte de este líquido se puede reciclar al sistema afluente.

La cámara de captación de sólidos 23 está provista de medios para retirar el material en partículas captado de la cámara de regreso al interior de la cámara de reacción 11. En el ejemplo actual, estos medios se implementan mediante los segmentos de ramificación 54 que son una parte del sistema de entrada 32 y están colocados para succionar material de la cámara de captación de sólidos 23, de tal forma que se mezcla con material afluente de la línea de afluente 31 y entra a la cámara de reacción 11 a través de las partes de inyección 53.

En una realización alternativa, la cámara de captación de sólidos 23 en la tolva 24 está provista de una ranura de salida a través de la cual el material captado puede abandonar la tolva 24 para entrar en una cámara de mezclado por debajo de las partes de pared anguladas 26. En esta realización alternativa, las boquillas o partes de inyección 53 del sistema de entrada 32 también están colocadas por debajo de las partes de pared anguladas 26 y están dirigidas hacia orificios de salida que están provistos en las partes de pared anguladas 26 de la cámara de mezclado. Las aberturas de salida de las partes de inyección 53 están a una distancia de los orificios de salida 54, de tal forma que el fluido que sale de las partes de inyección 53 debe atravesar dicha distancia a través de la cámara de mezclado antes de entrar a la cámara de reacción 11 a través de los orificios de salida 54. Las boquillas o partes de inyección 53 están diseñadas y colocadas, particularmente con relación a los orificios de salida 54, de tal manera que se establece un flujo óptimo a través de la cámara de mezclado, con un efecto de succión apropiado para succionar el material en partículas desde la cámara de mezclado que después se lleva al interior de la cámara de reacción 11.

Un dispositivo de separación de sólidos 20 de acuerdo con la invención puede entonces separar material de partículas del líquido y, opcionalmente, materiales gaseosos, ha mejorado la eficiencia debido al efecto de flotación

reducido, y está provisto de una disposición que retira de manera efectiva el material en partículas separado de la cámara de captación de sólidos 23. En contraste con los dispositivos de separación de la técnica anterior, dicha disposición no se basa en el efecto de que los componentes más pesados de un captador de fluidos respecto a componentes más ligeros. Un efecto conveniente de la disposición accionada por bomba es que la velocidad a la que los materiales en partículas de la cámara de captación de sólidos 23 son arrastrados es controlable mediante la bomba 30.

En lugar de un sistema de entrada 32 que comprende un chorro, también se puede utilizar una bomba externa para retirar el lodo de la cámara de captación de sólidos 23, como se representa esquemáticamente la figura 4. La línea de succión 33' de esta bomba está conectada a la parte inferior de la cámara de captación de sólidos y el agua junto con el material en partículas se mezcla con el afluente 34 del reactor ramificado aguas arriba o aguas abajo de la bomba. Este flujo combinado se bombea entonces a través de la línea 31' al interior de la cámara de reacción 11 a través de las boquillas de afluente 53'.

La figura 5 muestra esquemáticamente otra variación de acuerdo con la invención. En el dispositivo de separación de sólidos está montado un sistema de suministro de gas 95, en el ejemplo de la figura 5, por debajo de las placas, por lo tanto, en la parte superior de la cámara de captación de sólidos. Además, en la parte inferior de la cámara de captación de sólidos 23 se pueden proporcionar uno o más inyectores de gas para revolver el lodo acumulado. El sistema de suministro de gas está colocado para suministrar un gas (por ejemplo, nitrógeno) de una fuente de gas 96 para limpiar el interior del reactor. El gas suministrado provocará altas turbulencias dentro del dispositivo de separación de sólidos, lo que limpiará la disposición de separación de material en partículas, por ejemplo, la superficie de las placas oblicuas. El gas será controlado en el tubo de efluente 28, el cual actuará como un tubo ascendente y, por lo tanto, una bomba por presión de gas. El efecto de succión de esta bomba por presión de gas tirará del líquido a través de la unidad de desgasificación 46 al interior del tubo descendente y de la sección de entrada 72 y debido a la alta velocidad del líquido durante el suministro de gas, el lodo unido será arrastrado hacia fuera. Además, cuando un tubo o similar se obstruye con lodo, éste se puede desobstruir mediante esta acción.

La invención no está limitada a la realización ejemplar que se ilustra en las figuras. Una persona experta en la materia puede aplicar diferentes modificaciones sin apartarse del alcance de la invención. Una persona experta puede proporcionar una disposición de separación de material en partículas 21 diferente a las placas paralelas oblicuas ejemplares, tal como una disposición de tamices o remolino. Además, el dispositivo de separación de sólidos 20 y/o al menos una parte del tubo descendente 14 y/o del tubo de efluente 28 se pueden colocar fuera del recipiente de reacción 10. Esto permite ventajosamente la inspección y la limpieza fácil del dispositivo. Además, aunque la mayoría de los ejemplos se refieren a purificación anaeróbica, la invención también se puede aplicar a un purificador para purificación aeróbica.

REIVINDICACIONES

1. Purificador (100) para la purificación de un fluido tal como agua residual, comprendiendo el purificador:

- un recipiente de reacción (10) para un fluido, teniendo el recipiente de reacción una cámara de reacción (11) y un fondo (12);

5 - un tubo descendente (14) que tiene un extremo superior (91) y un extremo inferior (92), en el que el extremo superior del tubo descendente está conectado a un colector de fluido (13) para captar fluido del recipiente de reacción (10), y el tubo descendente está colocado para transportar el fluido hacia el fondo (12) del recipiente de reacción;

10 - un dispositivo de separación de sólidos (20) colocado para separar sólidos del líquido, comprendiendo el dispositivo de separación de sólidos una entrada de fluido (72) colocada para introducir fluido al dispositivo de separación de sólidos y una descarga de líquido (56) colocada para retirar el líquido separado del dispositivo de separación de sólidos;

15 **caracterizado porque** la entrada de fluido del dispositivo de separación de sólidos (20) está conectada al extremo inferior (92) del tubo descendente, estando el dispositivo de separación de sólidos situado dentro del recipiente de reacción, en o cerca del fondo (12) del recipiente de reacción, y el dispositivo de separación de sólidos (20) comprende una cámara de captación de sólidos (23) colocada para recibir sólidos separados, comprendiendo dicha cámara de captación de sólidos (23) al menos una salida (54) para llevar el fluido desde la cámara de captación (23) a la cámara de reacción (11).

20 2. Purificador (100) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende también un sistema de entrada de afluente (32) para la introducción de afluente en el reactor, en el que el sistema de entrada de afluente (32) está configurado para retirar material en partículas de la cámara de captación de sólidos (23) mediante un efecto de succión creado a través de la introducción del afluente.

25 3. Purificador (100) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el sistema de entrada de fluido (32) comprende partes de inyección (53), tales como bombas de chorro o boquillas colocadas para provocar un efecto de succión a través de los segmentos de ramificación (54).

30 4. Purificador (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la descarga de líquido (56) está conectada a un tubo de efluente (28) configurado para transportar el líquido separado a un recipiente de desgasificación (81) en una parte superior del reactor, retirando de esta manera el gas producido en el dispositivo de separación de sólidos (20) o introducido en el mismo a través del tubo descendente (14) fuera del dispositivo de separación de sólidos.

5. Purificador (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un dispositivo de separación de gas (45), teniendo el dispositivo de separación de gas una salida de fluido que está conectada al captador de fluido (13).

35 6. Purificador (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de separación de sólidos (20) comprende una fila de placas paralelas oblicuas (48) que forman canales.

7. Purificador (100) de acuerdo con la reivindicación 6, en el que las placas paralelas oblicuas (48) están construidas y colocadas para provocar un flujo en la dirección hacia arriba desde una cámara de captación de sólidos (23) hacia la descarga de líquido (56) del dispositivo de separación de sólidos (20).

40 8. Procedimiento de purificación aeróbica o anaeróbica de un fluido de agua residual utilizando un purificador (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende una cámara de reacción (11), comprendiendo el procedimiento las etapas de:

45 - subir la presión hidráulica en una cantidad de fluido en una cámara de reacción (11) de un purificador (100) desde una primera válvula de presión a una segunda válvula de presión, estando dicha segunda válvula de presión más alta que la primera válvula de presión, mediante el transporte de dicha cantidad de fluido desde una primera posición dentro de la cámara de reacción (11) a una segunda posición, más baja, dentro de la cámara de reacción (11);

- separar material en partículas de la cantidad de fluido en el dispositivo de separación de sólidos (20) situado en dicha segunda posición dentro de la cámara de reacción (11); y

50 - reintroducir el material en partículas separado del dispositivo de separación de sólidos (20) dentro de la cámara de reacción (11).

9. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la segunda válvula de presión es al menos 0,5 bar, preferiblemente al menos 1 bar más alta que el primer valor de presión.

- 5
10. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8 ó 9, en el que en la etapa de subir la presión hidráulica en una cantidad de fluido está precedida por la separación de una cantidad de gas de dicha cantidad de fluido.
 11. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que la etapa de reintroducir material en partículas en la cámara de reacción (11) comprende retirar el material en partículas de la cámara de captación de sólidos (23) de un dispositivo de separación de sólidos (20) mediante un efecto de succión creado mediante flujo adicional de afluente o una mezcla de fluido reciclado y afluente dentro de la cámara de reacción (11).
 12. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, utilizando un purificador (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

Fig 1a

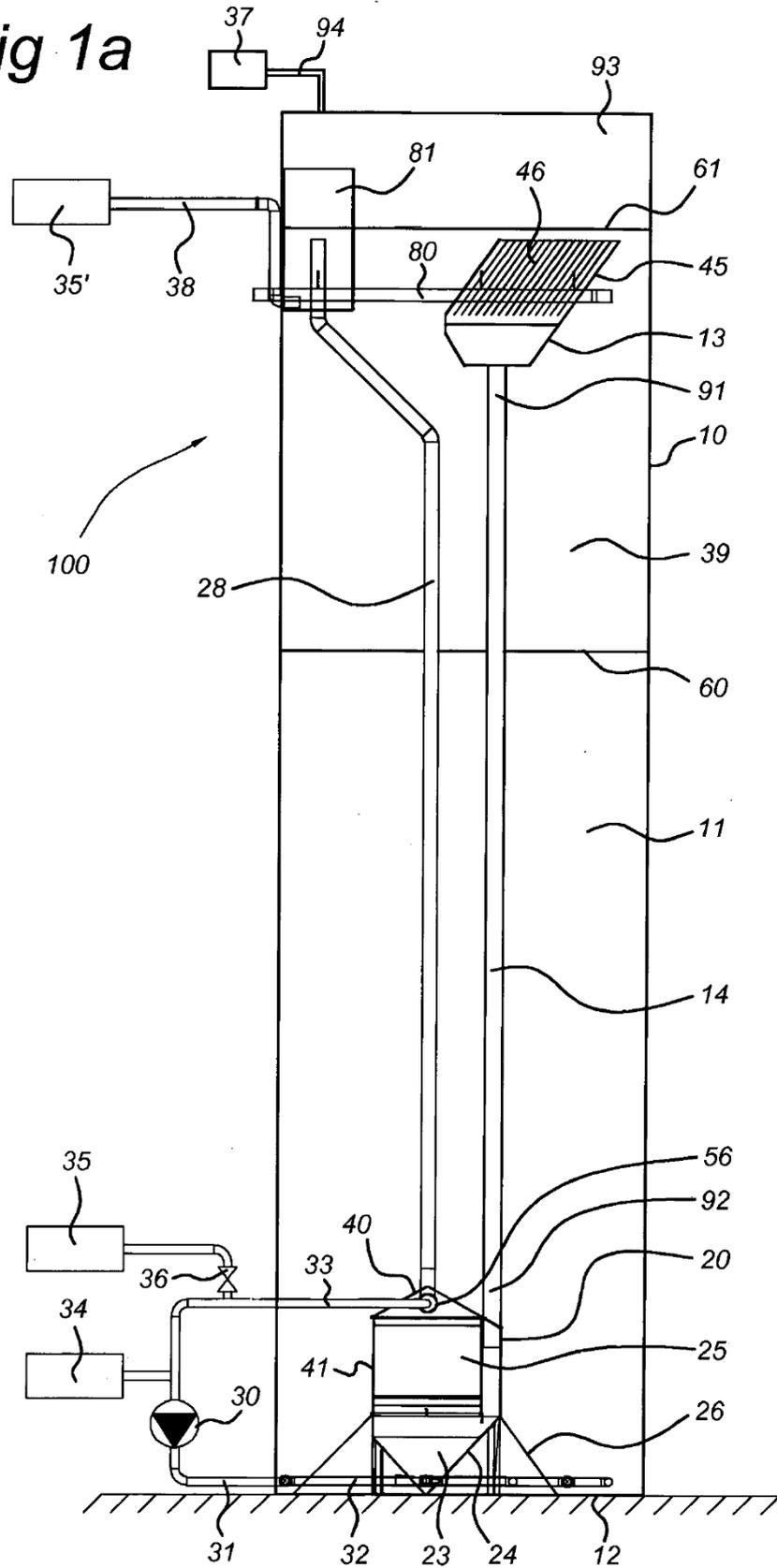


Fig 1b

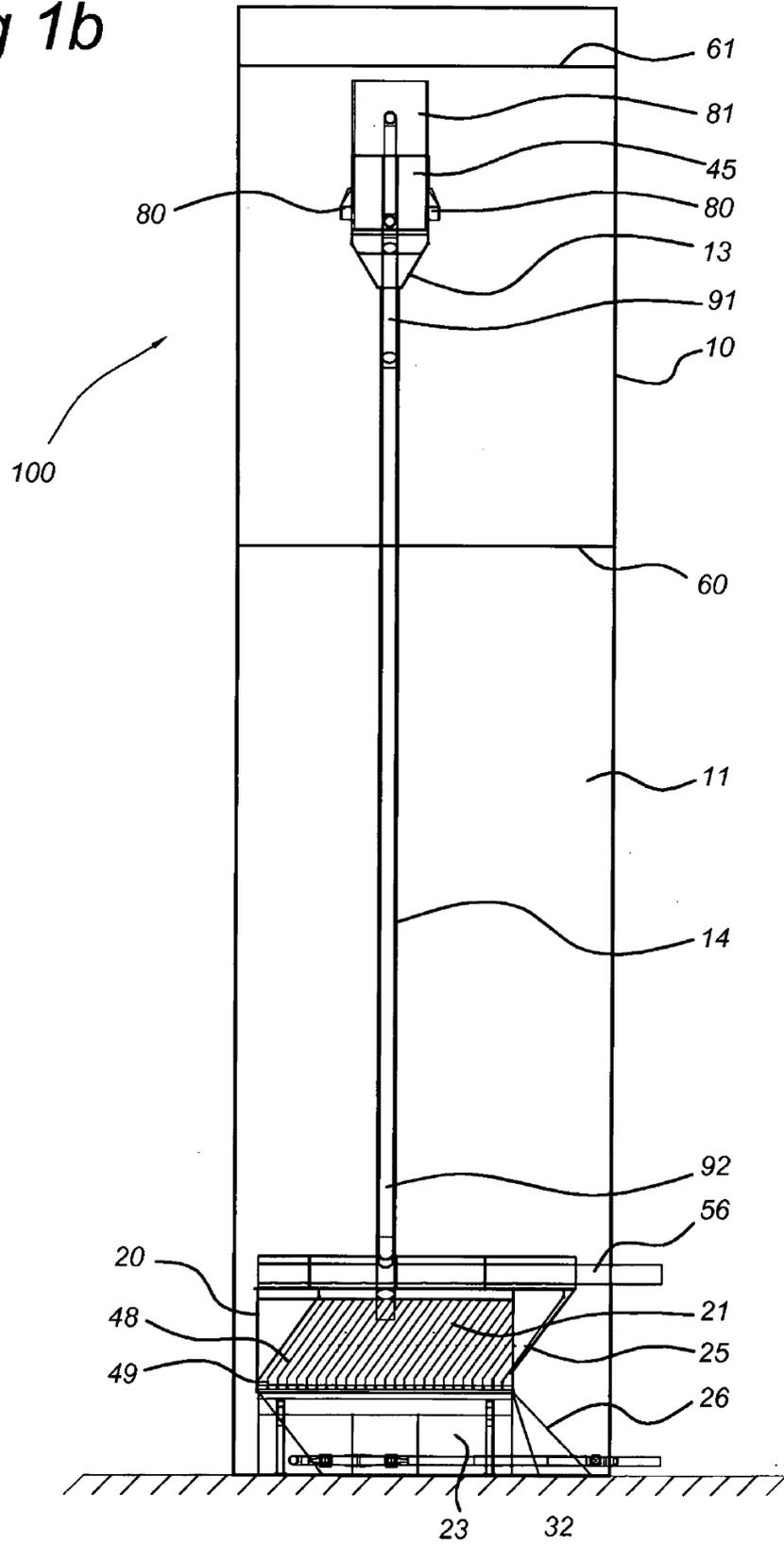


Fig 2a

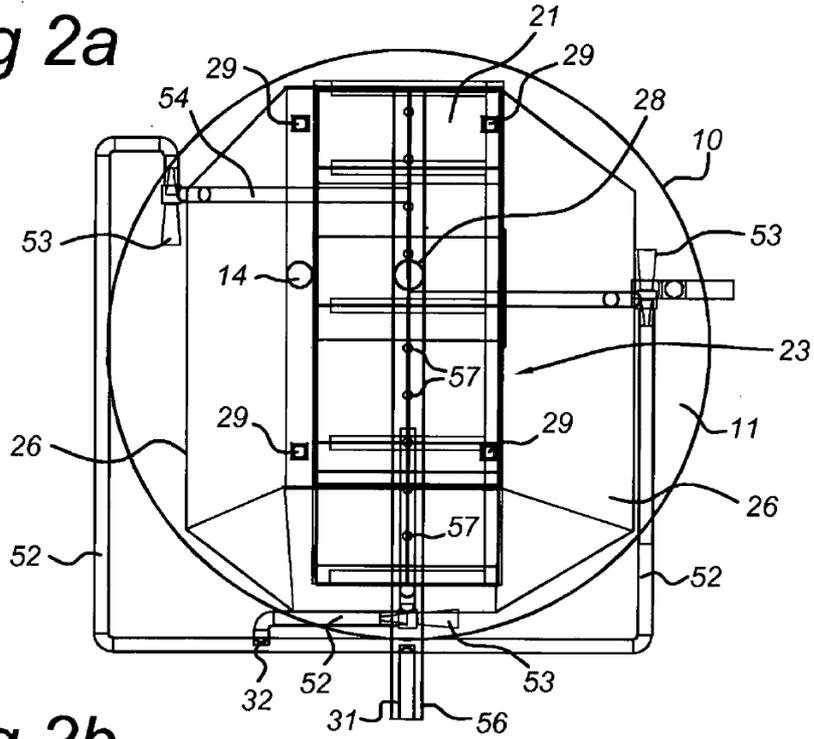


Fig 2b

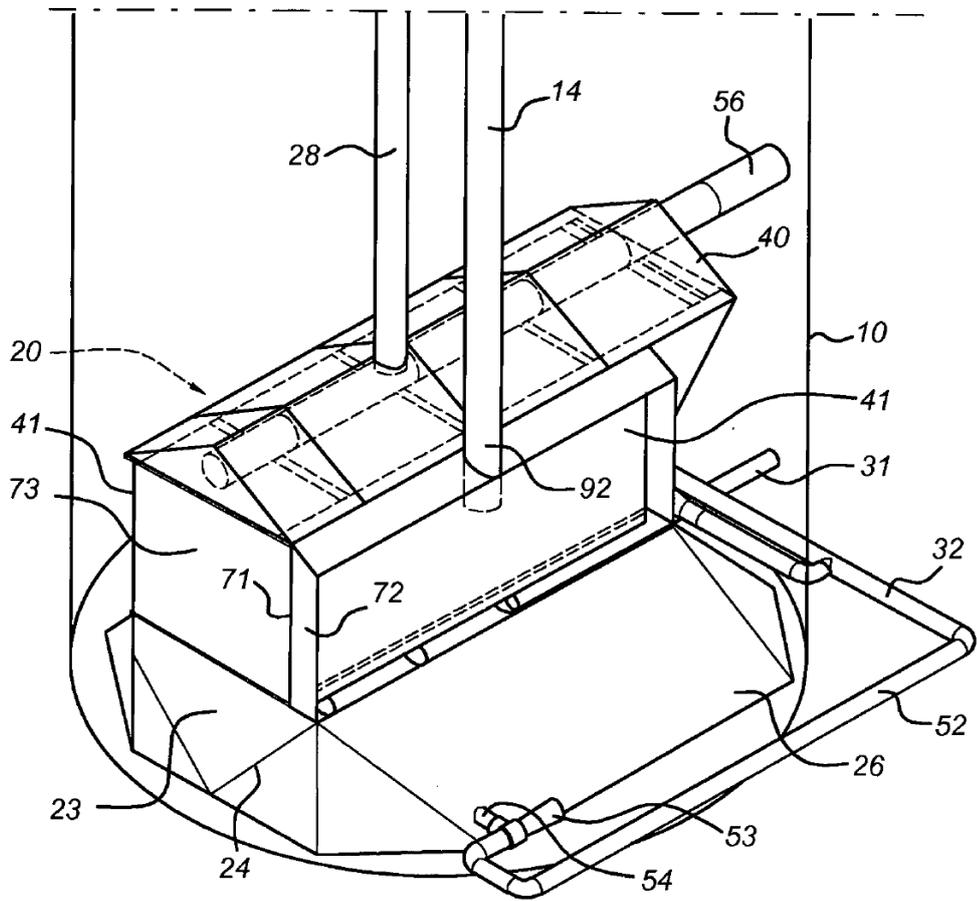


Fig 2c

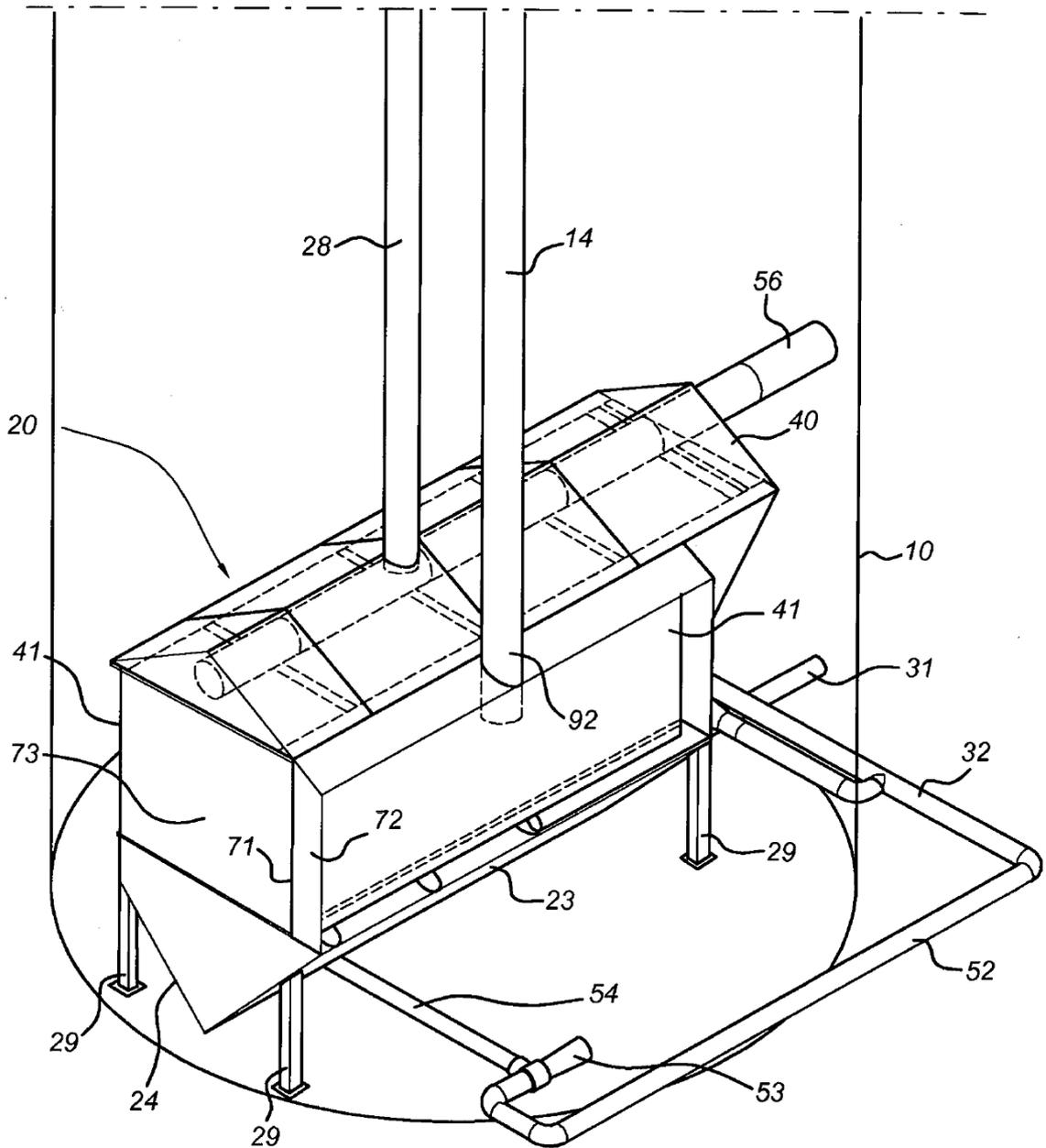


Fig 3

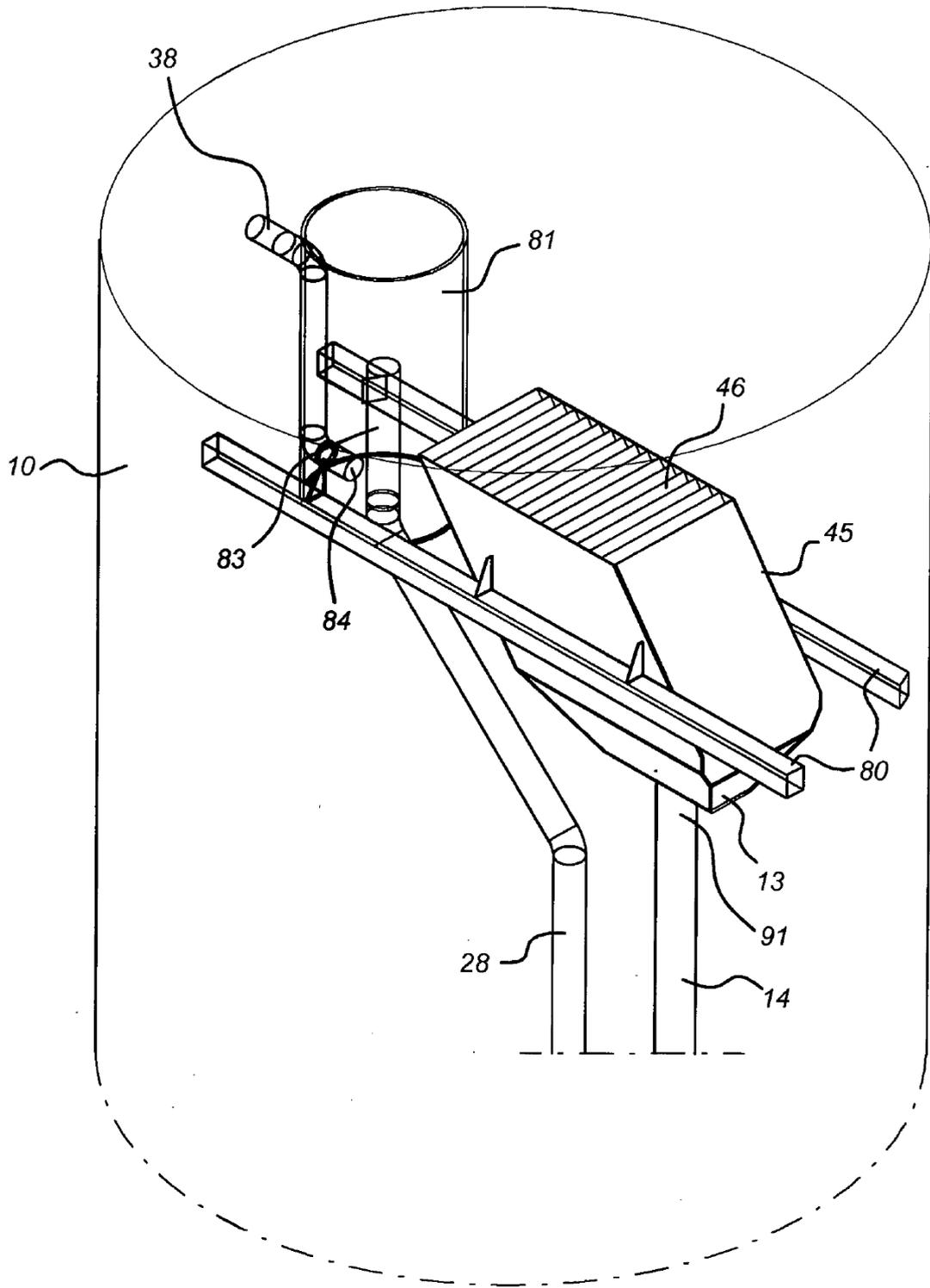


Fig 4

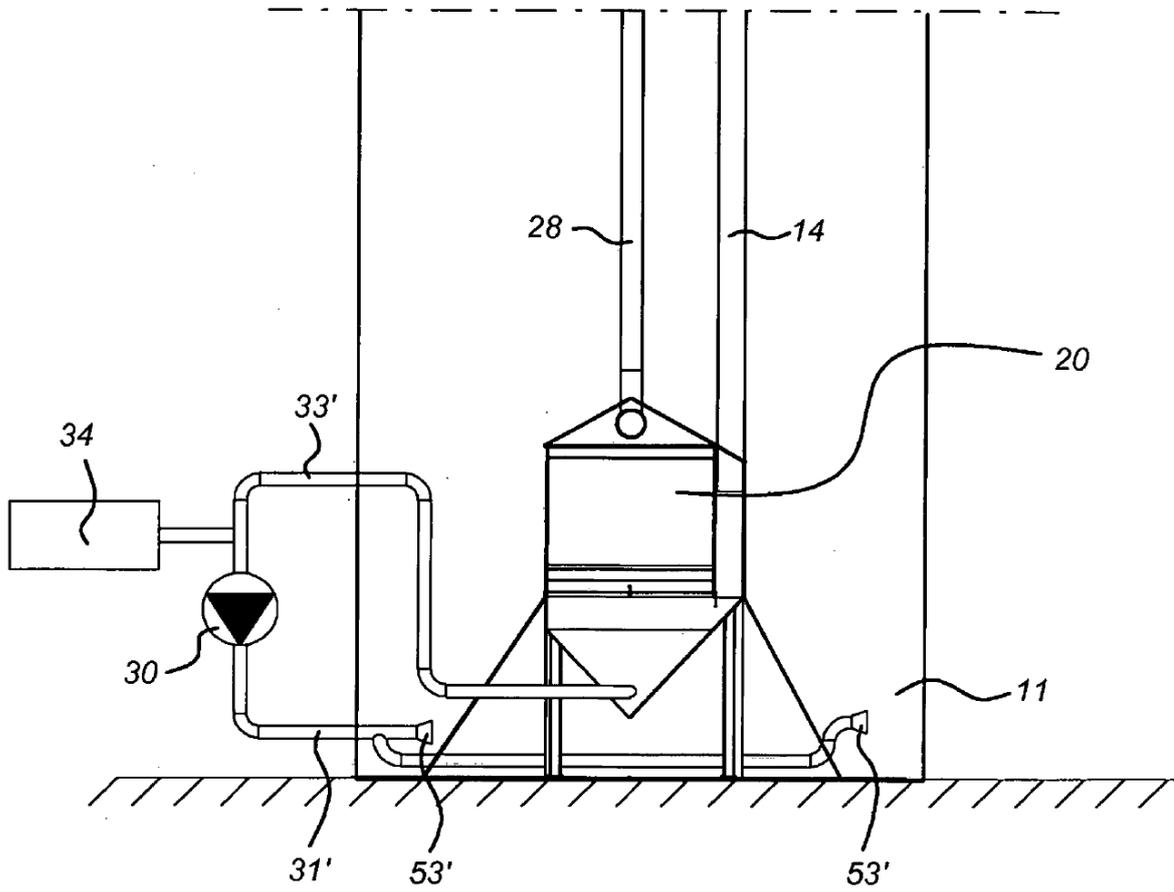


Fig 5

