

DISPOSITIVO DE PURIFICACIÓN ANAERÓBICA CON COLUMNA DE AGUA

VARIABLE

CAMPO DE LA INVENCION

5

La invención se refiere a un dispositivo de purificación anaeróbica para la purificación de aguas residuales con altura de agua variable.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los dispositivos de purificación anaeróbica para la purificación de fluidos, tales como aguas residuales, son conocidos en la técnica. La patente EP 170 332 B1 divulga un

15 dispositivo de purificación anaeróbica en el que las aguas residuales que contienen material orgánico se someten a un proceso en el que el material orgánico disuelto se descompone en condiciones anaeróbicas. El fluido entra en un tanque reactor del dispositivo de purificación. El gas, más

20 específicamente, el metano, se produce cuando el fluido con sustancias disueltas entra en contacto con la biomasa ubicada dentro del tanque. Se crea un ciclo de circulación de fluido, en el que el fluido se empuja hacia arriba junto con el gas generado a través de un tubo ascendente, alcanza un dispositivo

25 de desgasificación ubicado sobre el reactor, en el que el gas se separa del fluido y el gas sale del dispositivo, mientras que el fluido fluye hacia abajo hasta el fondo del reactor para ser usado nuevamente en el ciclo. Sin embargo, las fluctuaciones pueden ocurrir cuando el agua que fluye hacia

30 arriba y las burbujas de gas en aumento agitan los lotes y partículas de biomasa. Esto puede generar turbulencia que puede

resultar en cantidades excesivas de biomasa para ser expulsadas del reactor, lo que limita considerablemente la capacidad de carga del reactor. La patente EP 170 332 B1 aborda este problema creando un reactor que incluye una pluralidad de sistemas de recogida de gas a diferentes alturas en el reactor, para no colocar la carga de gas principal en un sistema de recogida de gas superior.

La patente EP 1 888 471 B1 describe que se requiere una cierta altura H_3 para elevar el agua desde el compartimiento inferior del reactor hasta el compartimiento superior. Esta altura representa la altura de la columna de agua ubicada sobre un punto dentro del tubo descendente que está a la misma altura que el nivel de agua fuera del tubo descendente pero dentro del tanque. El agua es elevada por el gas producido. Cuanto mayor sea el valor de H_3 , más gas se requiere para elevar el agua. Por otro lado, cuanto más bajo es el valor de H_3 , menos gas se requiere para elevar el agua.

El valor de H_3 tiene un segundo efecto: determina la energía potencial del agua en el dispositivo de desgasificación y, por lo tanto, la cantidad de fuerza gravitacional que empuja el agua desde el dispositivo de desgasificación hacia el compartimiento inferior del reactor. Si el valor de H_3 es demasiado bajo, la columna de agua que necesita fluir hacia abajo no tiene la fuerza suficiente (cabeza de agua) para superar la resistencia en el compartimiento inferior del reactor. Como resultado, el nivel de agua en el dispositivo de desgasificación ubicado sobre el reactor aumentará y puede desbordarse. Esto lleva al mal funcionamiento. Por lo tanto, se requiere un nivel mínimo de H_3 , como se describe en la patente EP 1 888 471 B1.

Existen varios aspectos para mejorar el diseño de la patente EP 1 888 471 B1. Primero, la concentración de contaminantes en las aguas residuales no es idéntica para todas las aplicaciones. Eso significa que, para las aguas residuales de baja concentración, se produce poco gas y, por lo tanto, se recicla poca agua. Para aguas residuales altamente concentradas, por otro lado, se produce una gran cantidad de gas y se recicla una gran cantidad de agua. El operador no es capaz de influir en este fenómeno. Segundo, la resistencia del agua que fluye hacia el compartimiento inferior del reactor no es un valor fijo, pero puede cambiar con el tiempo y es diferente para diferentes tipos de aplicaciones. Esto se debe principalmente a la resistencia causada por el manto de lodo. El manto de lodo puede ser muy denso (alta resistencia) o más fluido. El operador tampoco es capaz de influir en este fenómeno. Tercero, a medida que aumenta el valor de H₃, el agua levantada desarrolla una tendencia a "estallar", causando grandes choques/vibraciones y variaciones en el flujo.

La publicación de Solicitud de Patente US 2013/319935 A1 divulga un dispositivo de purificación anaeróbica para la purificación de aguas residuales que comprende un separador para separar una mezcla en lodo, agua y gas y ubicada en una parte superior del dispositivo, en donde el separador comprende un ciclón, con un nivel fijo de fluido en el reactor, y en el que una circulación interna se ajusta con un contenedor interno usado como un desbordamiento.

Por lo tanto, existe la necesidad de un dispositivo de purificación anaeróbica que pueda adaptarse a diferentes concentraciones de carbono orgánico disuelto (COD) y a diferentes resistencias en el manto de lodo.

SUMARIO DE LA INVENCION

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un
5 dispositivo de purificación anaeróbica mejorado que aborde al
menos uno de los aspectos de mejora identificados
anteriormente. Esto se realiza al poder variar la diferencia
en la altura del agua entre el nivel de agua en el reactor y
el nivel en el que el agua se eleva en el dispositivo de
10 desgasificación del reactor. Esta variación hace posible poder
operar bajo una mayor variación de los flujos de gas, mientras
se mantiene un flujo de recirculación interno óptimo.

El volumen de biogás producido en el tiempo es una función
15 de la concentración de contaminantes orgánicos, carbono
orgánico disuelto (COD) en las aguas residuales. Cuanto mayor
es la concentración de contaminante, mayor es la producción de
gas cuando las aguas residuales entran en contacto con la
biomasa dentro del reactor y más fluido se eleva y se recicla
20 hacia abajo por la recirculación interna. Si el valor de H_3 es
fijo, la proporción de fluido reciclado a gas también se fija,
asumiendo una resistencia fija del fluido que fluye hacia el
compartimiento inferior (en el manto de lodo).

25 Los inventores se percataron que los problemas
identificados anteriormente se pueden abordar si el valor de
 H_3 es variable dentro del intervalo del operador, dependiendo
del tipo de aplicación que se esté realizando: concentración
alta o baja de COD en las aguas residuales, manto de lodo denso
30 o fluido.

La invención proporciona un dispositivo de purificación

anaeróbica para la purificación de aguas residuales, comprendiendo el dispositivo de purificación anaeróbica:

- un tanque de reactor configurado para, cuando está en funcionamiento, tener un manto de lodo formado en la parte inferior;
 - una entrada de fluido para, en funcionamiento, introducir afluente en el tanque de reactor;
 - al menos un sistema de recogida de gas;
 - al menos un dispositivo de separación de gas-líquido;
 - al menos un tubo ascendente conectado al menos a un sistema de recogida de gas y que se descarga en el dispositivo de separación de gas-líquido;
 - un tubo descendente conectado al dispositivo de separación de gas-líquido y que se descarga en el fondo del tanque de reactor; y
 - una salida de fluido conectada a medios de control de nivel de fluido para variar la altura de un nivel de fluido en el tanque de reactor dentro de un intervalo predeterminado;
- en el que los medios de control de nivel de fluido comprenden:
- una válvula de fluido (15) configurada para controlar la altura del fluido en el tanque de reactor dentro del intervalo predeterminado,
 - un detector de nivel de fluido (17),
 - un medidor de flujo de gas (33) configurado para medir la tasa de producción de gas en el dispositivo de purificación anaeróbica, y
 - una unidad de control configurada para regular la válvula de fluido (15) para variar la altura del nivel de fluido en el tanque de reactor (10) basándose en al menos uno del nivel de fluido detectado por el detector de nivel de

fluido (17) y la tasa de producción de gas detectada por el medidor de flujo de gas (33).

La entrada de fluido puede estar dispuesta en una sección inferior (por ejemplo, en la mitad inferior o en el cuarto inferior) del tanque de reactor. La salida de fluido puede disponerse en la sección superior (por ejemplo, en la mitad superior o en el cuarto superior) del tanque de reactor.

La invención permite ventajosamente que se varíe el nivel de fluido en condiciones operativas para cambiar el valor de H_3 . Este nivel puede variarse permitiendo que una cantidad controlada de agua de la sección superior del reactor salga del reactor a través de la salida del fluido.

En la siguiente descripción, los términos "tanque de reactor", "reactor" y "tanque" se pueden usar indistintamente.

Una realización de la invención proporciona un dispositivo de purificación anaeróbica en el que la salida de fluido está conectada al tanque de reactor a una altura igual o por debajo de un límite inferior del intervalo predeterminado, es decir, a una altura predeterminada tal que un límite inferior del intervalo predeterminado está por encima de la altura predeterminada.

De este modo, se garantiza que la salida de fluido permita que el fluido salga del reactor hasta que el nivel del fluido alcance el mínimo dentro del intervalo predeterminado, y se garantice que el fluido pueda dejar el reactor fluyendo naturalmente hacia abajo, sin la necesidad de una bomba o cualquier otro medio de elevación.

Otra realización de la invención proporciona un dispositivo de purificación anaeróbica que además comprende un desbordamiento localizado en el tanque de reactor a una altura igual o por encima de un límite superior del intervalo
5 predeterminado.

En la parte superior del tanque de reactor se puede ubicar un sistema de desbordamiento de fluido similar a un canalón o un sistema de extracción similar a un tubo para recolectar el
10 fluido purificado que no ha salido del tanque de reactor a través de la salida del fluido y que llega a la parte superior del tanque. tanque de reactor.

Una realización de la invención proporciona un dispositivo
15 de purificación anaeróbica en el que los medios de control de nivel de fluido comprenden una válvula de fluido configurada para controlar la altura del fluido en el tanque de reactor dentro del intervalo predeterminado.

20 Una realización de la invención proporciona un dispositivo de purificación anaeróbica en el que los medios de control de nivel de fluido comprenden un detector de nivel de fluido, y en el que la altura del nivel de fluido en el tanque de reactor varía en función del nivel de fluido medido.

25

Una realización adicional de la invención proporciona un dispositivo de purificación anaeróbica en el que los medios de control de nivel de fluido además comprenden un medidor de flujo de gas configurado para medir la tasa de producción de
30 gas en el dispositivo de purificación anaeróbica, y en el que la altura del nivel de fluido en el tanque de reactor varía en función de la tasa de producción de gas medida.

Una realización adicional de la invención proporciona un dispositivo de purificación anaeróbica en el que los medios de control de nivel de fluido comprenden una unidad de control para regular la válvula de fluido basándose en el nivel de fluido detectado por el detector de nivel de fluido y la tasa de producción de gas detectada por el medidor de flujo de gas.

La concentración de COD en el fluido, como las aguas residuales, determina la cantidad teórica de biogás producido por volumen de fluido. El valor de concentración de COD es específico para cada aplicación, se conoce para cada aplicación y normalmente no fluctúa demasiado.

En función del valor teórico de concentración teórica de COD, la invención proporciona un mecanismo para ajustar el nivel de fluido en el reactor a un valor específico, un valor inicial, al inicializar o encender el reactor. De acuerdo con una realización de la invención, se determina un nivel de fluido específico para el valor de COD. El nivel de fluido dentro del tanque puede medirse con un detector de nivel de fluido que puede ubicarse en la parte inferior del tanque de reactor, y basándose en esta medición, una válvula de fluido conectada al detector de nivel de fluido puede controlar el nivel de fluido para alcanzar el valor determinado.

25

De acuerdo con una realización de la invención, la cantidad absoluta de biogás producido en el sistema puede usarse para variar el nivel de fluido para ajustarlo a un nivel adecuado que permita una recirculación de fluido más eficiente. El valor inicial del nivel de fluido se determina de antemano, y este nivel puede modificarse automáticamente durante el funcionamiento del dispositivo de purificación, en función de

la tasa de producción de biogás medida.

Los términos "gas" y "biogás" se pueden usar indistintamente a lo largo de la siguiente descripción.

5

Una realización adicional de la invención proporciona un dispositivo de purificación anaeróbica en el que el medidor de flujo de gas está configurado para medir la tasa de producción de gas en el dispositivo de separación de gas-líquido. En una
10 realización adicional, el medidor de flujo de gas está configurado para medir la tasa de producción de gas en el tanque de reactor.

El gas producido en el dispositivo de purificación alcanza
15 el dispositivo de separación de gas-líquido y abandona el sistema desde allí. De acuerdo con una realización de la invención, el medidor de flujo de gas está configurado para medir la tasa de producción de gas que sale del dispositivo de separación de gas-líquido, para proporcionar una medición
20 precisa.

Una realización adicional de la invención proporciona un dispositivo de purificación anaeróbica en el que, si la tasa de producción de gas medida es mayor que un valor
25 predeterminado, la válvula de fluido está configurada para permitir que el fluido salga del tanque a través de la salida de fluido, disminuyendo así el nivel de fluido en el tanque.

Una realización adicional de la invención proporciona un
30 dispositivo de purificación anaeróbica en el que, si la tasa de producción de gas medida es menor que un valor predeterminado, la válvula de fluido está configurada para no

permitir que el fluido salga del tanque a través de la salida de fluido, aumentando así el nivel de fluido en el tanque.

Una tasa de producción de gas más alta tiene una elevación de gas más potente. Esto significa que se puede elevar más agua mediante la elevación de gas y más agua recircula a través del reactor. Esta alta circulación puede causar demasiada turbulencia y choques. Para evitar la alta circulación, el nivel de agua puede disminuir. Un nivel de agua más bajo significa que es necesario superar una mayor presión hidrostática y que se recircula menos agua. A medida que la cantidad de agua más baja se lleva al dispositivo de separación de gas-líquido que está ubicado a un nivel de agua relativamente más alto, en comparación con el nivel dentro del reactor, tiene suficiente fuerza gravitacional para fluir hacia abajo al fondo del reactor y para mezclarse con agua afluyente dentro del manto de lodos.

Una producción de gas más baja, por el contrario, produce una elevación de gas más débil que se ralentizará y eventualmente se detendrá, con el riesgo de no generar una circulación de fluido suficiente. Para evitar esto, se requiere un nivel más alto de fluido para crear una vía más corta para el gas y el fluido que usa la elevación de gas cuando se elevan hacia arriba, permitiendo la producción de una mayor circulación de líquido. Por lo tanto, la presente invención adapta el mecanismo de purificación a las diferentes tasas de producción de gas en el dispositivo de purificación, de modo que la circulación de fluido no se vea afectada. Es posible tolerar una gran variación en la cantidad de gas sin obstaculizar la circulación del fluido.

Al permitir que el fluido salga del tanque cuando la tasa de producción de gas es más alta que un valor predeterminado, el nivel de fluido se reduce y, por lo tanto, se crea una vía más larga para el gas y el fluido en el sistema de transporte, produciendo menos turbulencia debido a que el fluido rico en gas necesita superar una presión hidrostática más alta.

Al no permitir que el fluido salga del tanque cuando la tasa de producción de biogás es inferior a un valor predeterminado, el nivel del fluido se mantiene alto y, por lo tanto, el gas y el fluido tienen una vía más corta para pasar en el sistema de transporte, se puede generar suficiente fluido de recirculación.

Una realización adicional de la invención proporciona un dispositivo de purificación anaeróbica que además comprende al menos un dispositivo de recogida de fluido situado dentro del tanque de reactor a una altura por debajo del nivel mínimo de fluido del intervalo predeterminado, en el que se configura al menos un dispositivo de recogida de fluido Recoger fluido y transportarlo a la salida de fluido.

El dispositivo de recogida de fluido puede contener al menos un conducto en el que fluye el fluido en la parte superior del tanque de reactor y se dirige hacia la salida de fluido desde la cual sale del sistema.

Una realización adicional de la invención proporciona un dispositivo de purificación anaeróbica en el que el tanque de reactor comprende al menos dos sistemas de recogida de gas, de los cuales el al menos un sistema de recogida de gas es un sistema de recogida de gas inferior, y un sistema de recogida

de gas superior está ubicado debajo del nivel del fluido y por encima del sistema de recogida de gas inferior configurado para eliminar el gas del fluido contenido en el tanque.

5 Una realización adicional de la invención proporciona un dispositivo de purificación anaeróbica en el que el tubo ascendente está configurado para elevar el fluido contenido en el tanque de reactor por la acción de elevación del gas causada por el gas recogido en el al menos un sistema de recogida de
10 gas.

 Una realización adicional de la invención proporciona un dispositivo de purificación anaeróbica en el que el tubo descendente está configurado para devolver el fluido desde el
15 dispositivo de separación de gas-líquido al fondo del tanque de reactor.

 Una realización adicional de la invención proporciona un dispositivo de purificación anaeróbica en el que el dispositivo
20 de separación de gas-líquido comprende una salida de gas configurada para permitir que el gas que llega al dispositivo de separación de gas-líquido salga del sistema.

 La invención proporciona además un procedimiento para la
25 purificación de fluidos tales como aguas residuales mediante el uso del dispositivo de purificación anaeróbica.

 La presente invención proporciona una mejora en el rendimiento y la eficiencia del sistema, ya que el nivel de
30 fluido se adapta a la cantidad de gas producido por metro cúbico de fluido a purificar, controlando de este modo la cantidad de fluido en recirculación y previniendo también que

haya poca recirculación, o fluctuaciones o desbordamientos no deseados en la recirculación del fluido.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

5

En las hojas de dibujo adjuntas:

La Figura 1 muestra esquemáticamente un dispositivo de purificación anaeróbica de acuerdo con una realización de la
10 invención.

La Figura 2 muestra esquemáticamente un dispositivo de purificación anaeróbica de acuerdo con una realización de la invención.

15

La Figura 3 muestra un diagrama de flujo del fluido dentro del dispositivo de purificación anaeróbica de acuerdo con una realización de la invención.

20 La Figura 4 muestra la parte superior del tanque de reactor del dispositivo de purificación anaeróbica de acuerdo con una realización de la presente invención,

DESCRIPCIÓN DETALLADA

25

La Figura 1 muestra esquemáticamente un dispositivo de purificación anaeróbica de acuerdo con una realización de la invención.

30 El dispositivo de purificación anaeróbica de la Figura 1 comprende tres partes: un tanque de reactor 10, un sistema de transporte 20 y un dispositivo de separación de gas-líquido

30. El tanque de reactor comprende una entrada de fluido 12 a través de la cual un fluido a purificar, por ejemplo, aguas residuales, ingresa al dispositivo de purificación anaeróbica en condiciones operativas. Este fluido contiene material orgánico con un nivel específico de COD (carbono orgánico disuelto medido como demanda química de oxígeno), en otras palabras, una cantidad específica de impurezas. El nivel de COD del fluido disminuye a medida que se eleva a través del tanque de reactor, ya que se convierte en biogás debido a la biomasa presente en el tanque de reactor.

Cuando está en funcionamiento, el fluido entra en el tanque a través de la entrada de fluido 12, las impurezas disueltas en el fluido entran en contacto con la biomasa presente en el tanque y se produce metano. Durante su ascenso, el fluido atraviesa una pluralidad de sistemas de recogida de gas, cada uno de los cuales comprende una pluralidad de campanas en las que se retiene el gas. La realización de la Figura 1 incluye dos sistemas de recogida de gas, pero la invención no se limita a ellos.

De acuerdo con una realización de la invención, un sistema de recogida de gas inferior 13 recoge el gas contenido en el fluido que se eleva a través del tanque de reactor, y el sistema de recogida de gas inferior 13 guía el gas retenido al sistema de transporte 20. Más específicamente, el sistema de recogida de gas inferior guía el gas a un tubo ascendente 22 a través del cual el gas se eleva hasta que alcanza el dispositivo de separación de gas-líquido 30. Este gas contiene fluido, y en el dispositivo de separación de gas-líquido 30, el gas y el fluido se separa, siendo el gas liberado a través de una salida de gas 32, y el fluido regresa al fondo del tanque de reactor

a través de un tubo descendente 24. De este modo, este fluido se puede reciclar y usar nuevamente en el ciclo de purificación.

5 El fluido que se eleva a través del tanque de reactor 10 alcanza entonces un sistema de recogida de gas superior 14 en el que se recoge el gas que no se recogió en el sistema de recogida de gas inferior 13. Aquí, aunque no se representa en los dibujos, el gas puede dirigirse, por ejemplo, a través de
10 un tubo adicional para entrar directamente en la salida de gas 32 o, si el dispositivo de separación de gas-líquido 30 está ubicado dentro del tanque de reactor 10, el gas se puede elevar a la parte superior del tanque de reactor y salir de allí a través de la salida del gas 32. El fluido limpio alcanza un
15 nivel en el tanque de reactor 10 en el que se ubica una salida del fluido 16 que permite que el fluido limpio que se ha elevado a través del tanque salga del dispositivo de purificación anaeróbica. La salida de fluido 16 está ubicada a una altura en el reactor igual o por debajo de un nivel mínimo permitido
20 de fluido. A una altura en el tanque más alta que la ubicación de la salida de fluido 16, un desbordamiento 18 recoge el fluido limpio que no es recogido por la salida de fluido, y guía el fluido fuera del dispositivo de purificación anaeróbica. El desbordamiento se ubica preferentemente a una
25 altura igual o superior a un nivel máximo permitido de fluido, como un mecanismo de protección para evitar que el fluido alcance un nivel de fluido superior al máximo permitido.

El nivel de fluido dentro del tanque de reactor puede
30 controlarse de acuerdo con una realización de la invención. Un nivel de fluido diferente dentro del tanque de reactor genera una carga hidrostática diferente de la columna de fluido en el

tubo descendente. Si se mide la cantidad de gas producido en el sistema, el nivel de fluido puede adaptarse a este nivel medido y, por lo tanto, el fluido puede circular sin obstáculos independientemente de si hay una cantidad mayor o menor de gas en el sistema.

En la parte superior del reactor, se requiere un flujo silencioso, pero en la parte inferior del reactor, se requiere una buena mezcla de fluido y lodo. Dado que la mayor parte del gas se recoge en el sistema de recogida de gas inferior 13, la cantidad de gas que sigue subiendo a través del reactor es pequeña. Luego se recoge por el sistema de recogida de gas superior 14, y por lo tanto se logra de este modo el flujo silencioso en la parte superior del reactor. Para lograr una buena mezcla de fluido y lodo en la parte inferior del reactor, se puede usar la energía obtenida del fluido de elevación de gas en el tubo ascendente 22. El fluido elevado se separa del gas en el dispositivo de separación de gas-líquido 30 y, usando la presión de gravedad hidráulica, se devuelve a la parte inferior del reactor a través del tubo descendente 24.

Dado que el gas eleva el fluido muy por encima del nivel del fluido para llevarlo al dispositivo de separación de gas-líquido 30, la columna de fluido en el tubo descendente 24 genera un flujo poderoso que permite una mezcla adicional en la parte inferior del tubo. reactor. De este modo, se logra la calma en la parte superior del reactor y la mezcla energética se logra en la parte inferior.

Sin embargo, la tasa de producción de gas es diferente para diferentes aplicaciones. Se puede medir una tasa de producción de gas dentro del dispositivo de purificación, y el

nivel de fluido dentro del tanque se puede variar en consecuencia, para lograr un flujo silencioso en la parte superior del tanque y la mezcla energética en el fondo independientemente de la cantidad de gas producido. Cuanto más alta es la tasa de producción de gas, más fuerte es la elevación de gas que se genera, y más poderoso es el flujo de fluido que baja a través del tubo descendente 24. Si la tasa de producción de gas medida es más alta que un valor específico, el nivel de fluido puede disminuir, permitiendo que el fluido de la parte superior del tanque salga a través de la salida 16 del fluido. Se genera una mayor resistencia gravitacional para el gas y el fluido en el sistema de transporte, debido a que el gas y el fluido en el tubo ascendente 22 tiene que superar una presión hidrostática más alta y, por lo tanto, se evita un flujo demasiado intenso. Por otro lado, si la tasa de producción de biogás medida en el sistema de transporte es inferior a un valor específico, el nivel de fluido puede aumentar, dejando que el fluido pase normalmente por la entrada de fluido 12 y no permita que el fluido de la parte superior del tanque pueda salir por la salida del fluido 16. El nivel más alto de fluido significa que se genera menos resistencia gravitacional para el gas y el fluido en el sistema de transporte y, por lo tanto, se logra una circulación de fluido suficiente. El proceso de control del nivel de fluido se explicará en detalle con referencia a las figuras siguientes. De este modo, el nivel de fluido se adapta a la cantidad de biogás generado en el sistema, y se evita una situación en la que demasiado gas en el sistema provoca fluctuaciones cuando el nivel de fluido es alto, o en el que muy poco gas en el sistema provoca un empuje insuficiente y la circulación del fluido no puede realizarse de manera sencilla.

Aunque el cambio en el nivel de fluido se basa en la tasa de producción de biogás medida, si la resistencia en el manto de lodo es demasiado alta y el fluido de recirculación ya no fluye hacia abajo, el nivel de agua en el reactor también puede disminuir. De este modo, la carga hidrostática se incrementa de modo que, aunque se recircula menos fluido, el fluido de recirculación tiene una carga hidrostática suficiente para superar la resistencia en el manto de lodo.

De acuerdo con las realizaciones de la invención, el tanque de reactor puede ser un espacio cerrado y el dispositivo de separación de gas-líquido también puede estar cubierto en el espacio cerrado.

La Figura 2 muestra esquemáticamente un dispositivo de purificación anaeróbica de acuerdo con una realización de la invención.

En la Figura 2, se muestra una realización de la presente invención en la que el nivel de fluido 19 se encuentra en un valor máximo dentro del intervalo predeterminado, que define una altura mínima H_3 . Esta altura mínima H_3 genera una carga hidrostática mínima en el tubo descendente 22 y, por lo tanto, es apropiada para tasas de producción de gas bajas, en las que el gas y el fluido pueden elevarse por una vía corta y, por lo tanto, pueden alcanzar el dispositivo de separación de gas-líquido con suficiente energía para permitir que el fluido descienda al compartimiento inferior. Por lo tanto, este nivel de fluido 19 se desea para aplicaciones en las que se genera una baja cantidad de gas. Por otro lado, la Figura 1 muestra un nivel de fluido 19 que se encuentra en un valor mínimo dentro del intervalo predeterminado, definiendo una altura

máxima H3. Esta altura máxima H3 genera una resistencia gravitacional máxima para que la mezcla de agua y gas se levante en el dispositivo de separación de gas-líquido 30 y, por lo tanto, es apropiado para altas tasas de producción de gas en las que el gas y el fluido tienen suficiente energía porque, por lo tanto, una mayor vía permite que la mezcla de gas y fluido llegue al dispositivo de separación de gas-líquido sin fluctuaciones no deseadas. Este nivel de fluido 19 se desea para aplicaciones en las que se generan altas cantidades de gas.

La Figura 3 muestra un diagrama de flujo de fluido dentro del dispositivo de purificación anaeróbica de acuerdo con una realización de la invención.

De acuerdo con una realización de la invención, un fluido -como aguas residuales- ingresa al tanque a través de la entrada de fluido 12. El fluido se eleva a través del tanque y alcanza el sistema de recogida de gas inferior 13. En este sistema de recogida de gas inferior, el gas se separa del fluido y se retiene, y el fluido puede continuar ascendiendo a través del tanque y llega al sistema de recogida de gas superior 14. Aquí se retiene el gas restante, y el fluido limpio se eleva y sale del tanque a través de una salida de fluido 16 ubicada en la parte superior del tanque 10. Si la velocidad a la que aumenta el nivel de fluido 19 es mayor que la velocidad a la que el fluido puede salir del dispositivo a través de la salida de fluido 16, el fluido que no puede salir del dispositivo a través de la salida de fluido puede ser recolectado por un desbordamiento 18 en forma de canal ubicado en un punto más alto del tanque 10 que actúa como salvaguarda para evitar que el fluido dentro del reactor alcance un nivel

por encima de un valor máximo.

El gas retenido en el sistema de recogida de gas inferior 13, incluyendo las partículas de fluido, se eleva a través del tubo ascendente 22 hasta que alcanza el dispositivo de separación de gas-líquido 30. Aquí, el gas y el fluido se separan y el gas puede salir del sistema a través de una salida de gas 32, mientras que el fluido puede fluir hacia el fondo del reactor a través del tubo descendente 24 para ser reciclado y seguir siendo usado en el proceso de purificación. El gas retenido en el sistema de recogida de gas superior 14 puede ser conducido para entrar directamente en la salida de gas 32 o puede elevarse hasta alcanzar un espacio superior de gas ubicado en la parte superior del reactor si el dispositivo de separación de gas-líquido está encerrado dentro del tanque de reactor, y salir desde aquí a través de la salida de gas 32.

De acuerdo con una realización de la invención, se determina un nivel de fluido inicial 19. Dependiendo del tipo de aplicación para la cual se necesite purificar el fluido, el fluido que ingresa al dispositivo de purificación puede contener una concentración de COD diferente. La concentración de COD en el fluido que ingresa al reactor determina la cantidad de biogás que se generará en el sistema por volumen de fluido. Tras la inicialización o configuración del dispositivo de purificación para una aplicación específica, el nivel de fluido 19 en el reactor se puede establecer en un valor específico basándose en el valor de la concentración de COD teórica. Un detector de nivel de fluido 17 puede medir el nivel de fluido 19 dentro del tanque, y basándose en esta medición, una válvula de fluido 15 conectada al detector de nivel de fluido 17 puede controlar el nivel de fluido que debe ajustarse al valor

específico. El detector de nivel de fluido 17 puede realizar la medición del nivel de fluido en la parte inferior del reactor 10. Sin embargo, el detector de nivel de fluido 17 también puede estar dispuesto en otro lugar. En una realización, el
5 detector de nivel de fluido comprende un sensor de presión.

Sin embargo, aunque el valor de concentración de COD real normalmente no fluctúa mucho con respecto al valor teórico, puede variar ligeramente, y el nivel de fluido 19 también puede
10 variar en consecuencia, para lograr un proceso de recirculación más eficiente. La cantidad absoluta de biogás producido en el sistema puede usarse para variar el nivel de fluido 19. De acuerdo con una realización de la invención, un medidor de flujo de gas 33 conectado al detector de nivel de fluido 17
15 puede medir la tasa de producción de biogás en el sistema. En función de la tasa de producción de biogás en el sistema, una unidad de procesamiento o control conectada al detector de nivel de fluido, el medidor de flujo de gas y la válvula de fluido 15 pueden determinar si es necesario aumentar o reducir
20 el nivel de fluido 19 dentro del tanque de reactor y, por consiguiente, puede activar la válvula de fluido 15 para controlar el nivel de fluido en consecuencia.

Por lo tanto, la invención proporciona un mecanismo por
25 el cual se determina de antemano un nivel de fluido inicial 19, y se puede proporcionar un ajuste fino variando continuamente el nivel de fluido dependiendo de la concentración de COD en el fluido.

30 La tasa de producción de gas determina el nivel de fluido 19 dentro del reactor 10. El nivel de fluido óptimo para una tasa de producción específica de gas puede calcularse de

antemano y almacenarse en una unidad de procesamiento o control conectada al, o que forma parte del, dispositivo de purificación, conectado a la válvula de fluido 15, el detector de nivel de fluido 17 y el medidor de flujo de gas 33. Si la cantidad de gas generado es inferior a un nivel específico, el nivel de fluido 19 puede aumentarse de manera que la vía para la mezcla de gas y fluido es lo suficientemente corta como para generar suficiente energía para la circulación de fluidos. Esto se puede hacer cerrando la válvula 15 y evitando que el fluido salga del tanque a través de la salida de fluido 16, de modo que el nivel de fluido 19 subirá con el fluido que normalmente ingresa al reactor a través de la entrada de fluido 12.

Por otra parte, si la cantidad de gas es mayor que un valor específico, entonces se permite que el nivel de fluido 19 disminuya de modo que la vía para la mezcla de gas y fluido sea lo suficientemente larga para que la mezcla energética llegue al dispositivo de separación de gas-líquido sin fluctuaciones no deseadas. La válvula de fluido 15 regula la cantidad de fluido que se permite que salga del tanque a través de la salida de fluido 16. El nivel de fluido de acuerdo con la invención puede variar dentro de un intervalo predeterminado que garantiza que incluso en las situaciones extremas de un nivel de fluido máximo o mínimo tiene suficiente energía para la recirculación. Al adaptar el nivel de fluido a la cantidad de gas generado en el sistema, el flujo de fluido en el circuito de reciclaje no se ve afectado, y se evitan las fluctuaciones o la energía insuficiente, porque el nivel de fluido se está adaptando constantemente a la tasa de producción de gas.

El medidor de flujo de gas 33 de la Figura 3 está ubicado en la parte superior del dispositivo de purificación, para

medir la cantidad de gas que sale del sistema a través de la salida de gas 32 del dispositivo de separación de gas-líquido. Sin embargo, debe señalarse que la invención no se limita a esta ubicación, y que otras ubicaciones también son adecuadas.

5

La Figura 4 muestra la parte superior del tanque de reactor del dispositivo de purificación anaeróbica de acuerdo con una realización de la presente invención.

10

Cuando el nivel de fluido 19 en el tanque puede reducirse, para que el fluido en la sección superior del tanque 10 salga del tanque a través de la salida de fluido 16, el fluido en la sección superior del tanque se recoge por al menos un dispositivo de recogida de fluido 11. Este dispositivo de recogida de fluido puede comprender al menos un conducto en el que fluye el fluido en la parte superior del tanque 10. En una realización de la invención se usa una pluralidad de conductos, pero la invención no se limita a los mismos. De acuerdo con una realización de la invención, se usan entre dos y diez conductos, preferentemente entre cuatro y seis.

15

El dispositivo de recogida de fluido 11 está ubicado a una altura en el tanque de reactor 10 por encima del sistema de recogida de gas superior 14, y por debajo del nivel mínimo de fluido 19, de modo que el fluido siempre puede fluir naturalmente hacia el dispositivo de recogida de fluido para salga del reactor a través de la salida de fluido 16.

25

El dispositivo de purificación anaeróbica de acuerdo con las realizaciones de la presente invención permite un ajuste fino de los parámetros del sistema adaptando el nivel de fluido 19, entre un intervalo predeterminado definido por ΔH , a la

30

cantidad de gas generado en el sistema, mientras que se puede lograr un ajuste aproximado de los parámetros del sistema mediante la selección de parámetros específicos al fabricar el dispositivo de purificación anaeróbica o al inicializar el
5 dispositivo de purificación anaeróbica.

En la descripción anterior de las figuras, la invención se ha descrito con referencia a realizaciones específicas de la misma. Sin embargo, será evidente que se pueden realizar
10 varias modificaciones y cambios al mismo sin apartarse del alcance de la invención tal como se resume en las reivindicaciones adjuntas.

En particular, pueden realizarse combinaciones de
15 características específicas de diversos aspectos de la invención. Un aspecto de la invención puede mejorarse adicionalmente de manera ventajosa añadiendo una característica que se describió en relación con otro aspecto de la invención.

20

Debe entenderse que la invención únicamente está limitada por las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes técnicos. En este documento y en sus reivindicaciones, el verbo "comprender" y sus conjugaciones se usan en el sentido no
25 limitativo para indicar que se incluyen los elementos que siguen a la palabra, sin excluir los elementos que no se mencionan específicamente. Además, la referencia a un elemento por el artículo indefinido "un", uno" o "una" no excluye la posibilidad de que más de uno de los elementos esté presente,
30 a menos que el contexto requiera claramente que haya uno y solo uno de los elementos. El artículo indefinido "un", uno" o "una", por ende, generalmente significa "al menos uno".

LISTA DE SÍMBOLOS DE REFERENCIA

Los números de referencia similares que se han usado en la descripción para indicar elementos similares (pero que se diferencian solo en cientos) se han omitido de la lista a continuación, pero se deben considerar implícitamente incluidos.

	10	Tanque de reactor
10	11	Dispositivo de recogida de fluido
	12	Entrada de fluido
	13	Sistema de recogida de gas inferior
	14	Sistema de recogida de gas superior
	15	Válvula de fluido
15	16	Salida de fluido
	17	Detector de nivel de fluido
	18	Desbordamiento
	19	Nivel de fluido
	20	Sistema de transporte
20	21	Entrada de tubo ascendente
	22	Tubo ascendente
	24	Tubo descendente
	25	Descarga de tubo descendente
	30	Dispositivo de separación de gas-líquido
25	31	Descarga de tubo ascendente
	32	Salida de gas
	33	Medidor de flujo de gas
	35	Entrada de tubo descendente
	H1	Altura máxima de columna de fluido
30	H2	Altura mínima de columna de fluido
	H3	Altura de columna de agua
	ΔH	Intervalo predeterminado de variación de nivel de

agua

1. Un dispositivo de purificación anaeróbica para la purificación de aguas residuales, comprendiendo el dispositivo

5 de purificación anaeróbica:

- un tanque de reactor (10) configurado para, cuando está en funcionamiento, tener un manto de lodo formado en la parte inferior;

- una entrada de fluido (12) para, en funcionamiento, 10 introducir afluente en el tanque de reactor;

- al menos un sistema de recogida de gas (13);

- al menos un dispositivo de separación de gas-líquido (30);

- al menos un tubo ascendente (22) conectado al menos 15 a un sistema de recogida de gas (13) y que se descarga en el dispositivo de separación de gas-líquido (30);

- un tubo descendente (24) conectado al dispositivo de separación de gas-líquido (30) y que se descarga en el fondo del tanque de reactor (10); y

- 20 - una salida de fluido (16) que comprende o está conectada a medios de control de nivel de fluido para, en funcionamiento, variar la altura de un nivel de fluido (19) en el tanque de reactor dentro de un intervalo predeterminado;

en donde los medios de control de nivel de fluido 25 comprenden:

- una válvula de fluido (15) configurada para controlar la altura del fluido en el tanque de reactor dentro del intervalo predeterminado,

- un detector de nivel de fluido (17),

- 30 un medidor de flujo de gas (33) configurado para medir la tasa de producción de gas en el dispositivo de purificación anaeróbica, y

una unidad de control configurada para regular la válvula de fluido (15) para variar la altura del nivel de fluido en el tanque de reactor (10) basándose en al menos uno del nivel de fluido detectado por el detector de nivel de fluido (17) y la tasa de producción de gas detectada por el
5 medidor de flujo de gas (33).

2. El dispositivo de purificación anaeróbica de conformidad con la reivindicación 1, en el que la salida de
10 fluido (16) está conectada al tanque de reactor (10) a una altura predeterminada de modo que un límite inferior del intervalo predeterminado está por encima de la altura predeterminada.

15 3. El dispositivo de purificación anaeróbica de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que el medidor de flujo de gas (33) está configurado para medir una señal indicativa de la tasa de producción de gas en el tanque de reactor (10).

20

4. El dispositivo de purificación anaeróbica de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, si la tasa de producción de gas medida es mayor que un valor predeterminado, la válvula de fluido (15)
25 está configurada para permitir que el fluido salga del tanque (10) a través de la salida de fluido (16), lo que disminuye el nivel de fluido (19) en el tanque (10).

5. El dispositivo de purificación anaeróbica de
30 conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, si la tasa de producción de gas medida es menor que un valor predeterminado, la válvula de fluido (15)

está configurada para no permitir que el fluido salga del tanque a través de la salida de fluido (16), lo que aumenta el nivel de fluido (19) en el tanque (10).

5 6. El dispositivo de purificación anaeróbica de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende al menos un dispositivo de recogida de fluido (11) ubicado dentro del tanque de reactor (10) a una altura por debajo del nivel mínimo de fluido (19)
10 del intervalo predeterminado, en donde el al menos un dispositivo de recogida de fluido está configurado para recoger fluido y transportarlo a la salida de fluido (16).

 7. El dispositivo de purificación anaeróbica de
15 conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tanque de reactor (10) comprende al menos dos sistemas de recogida de gas, de los cuales el al menos un sistema de recogida de gas (13) es un sistema de recogida de gas inferior, y un sistema de recogida de gas
20 superior (14) está ubicado debajo del nivel del fluido (19) y por encima del sistema de recogida de gas inferior.

 8. El dispositivo de purificación anaeróbica de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones
25 anteriores, en el que el tubo ascendente (22) está configurado para elevar el fluido contenido en el tanque de reactor (10) por la acción de elevación del gas causada por el gas recogido en el al menos un sistema de recogida de gas (13).

30 9. El dispositivo de purificación anaeróbica de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de separación de gas-

líquido (30) comprende una salida de gas (32) configurada para permitir que el gas que llega al dispositivo de separación de gas-líquido abandone el sistema.

- 5 10. Un procedimiento para la purificación de fluidos tales como aguas residuales mediante el uso de un dispositivo de purificación anaeróbica de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

31
RESUMEN

Un dispositivo de purificación anaeróbica para la purificación de aguas residuales, comprendiendo el dispositivo

5 de purificación anaeróbica:

- un tanque de reactor (10) configurado para, cuando está en funcionamiento, tener un manto de lodo formado en la parte inferior;

- una entrada de fluido (12) para, en funcionamiento, 10 introducir afluente en el tanque de reactor, la entrada de fluido ubicada en la sección inferior del tanque de reactor (10);

- al menos un sistema de recogida de gas (13);

- al menos un dispositivo de separación de gas-líquido 15 (30);

- al menos un tubo ascendente (22) conectado al menos a un sistema de recogida de gas (13) y descargando en el dispositivo de separación de gas-líquido (30);

- un tubo descendente (24) conectado al dispositivo de 20 separación de gas-líquido (30) y descargado en el fondo del tanque de reactor (10); y

- una salida de fluido (16) que comprende medios para, en funcionamiento, variar la altura del nivel de fluido (19) en el tanque de reactor dentro de un intervalo predeterminado, 25 la salida de fluido dispuesta en la sección superior del tanque de reactor (10);

en donde los medios de control de nivel de fluido comprenden:

- una válvula de fluido (15) configurada para controlar 30 la altura del fluido en el tanque de reactor dentro del intervalo predeterminado,

- un detector de nivel de fluido (17),

un medidor de flujo de gas (33) configurado para medir la tasa de producción de gas en el dispositivo de purificación anaeróbica, y

5 una unidad de control configurada para regular la válvula de fluido (15) para variar la altura del nivel de fluido en el tanque de reactor (10) basándose en al menos uno del nivel de fluido detectado por el detector de nivel de fluido (17) y la tasa de producción de gas detectada por el medidor de flujo de gas (33).

Fig. 1

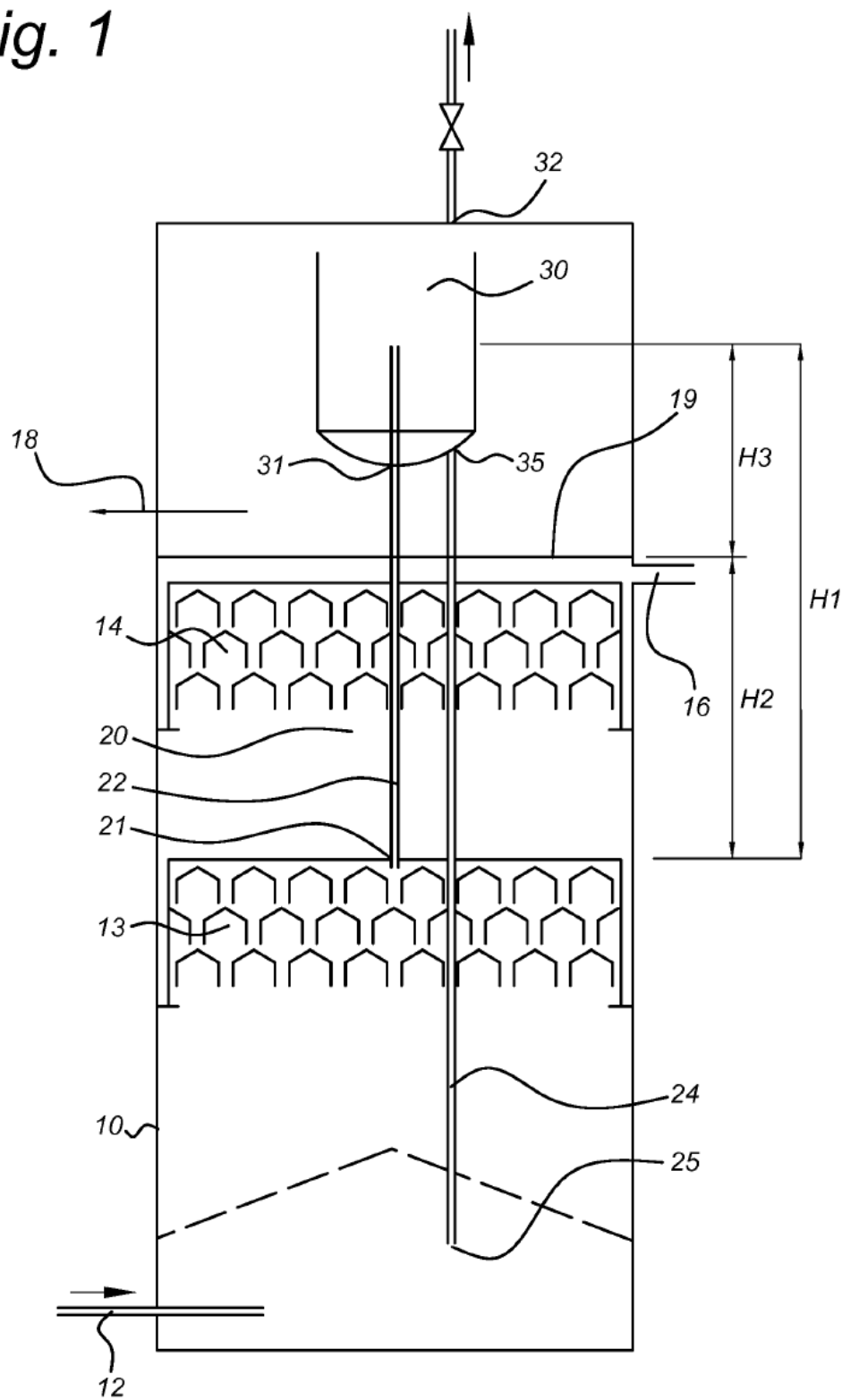


Fig. 2

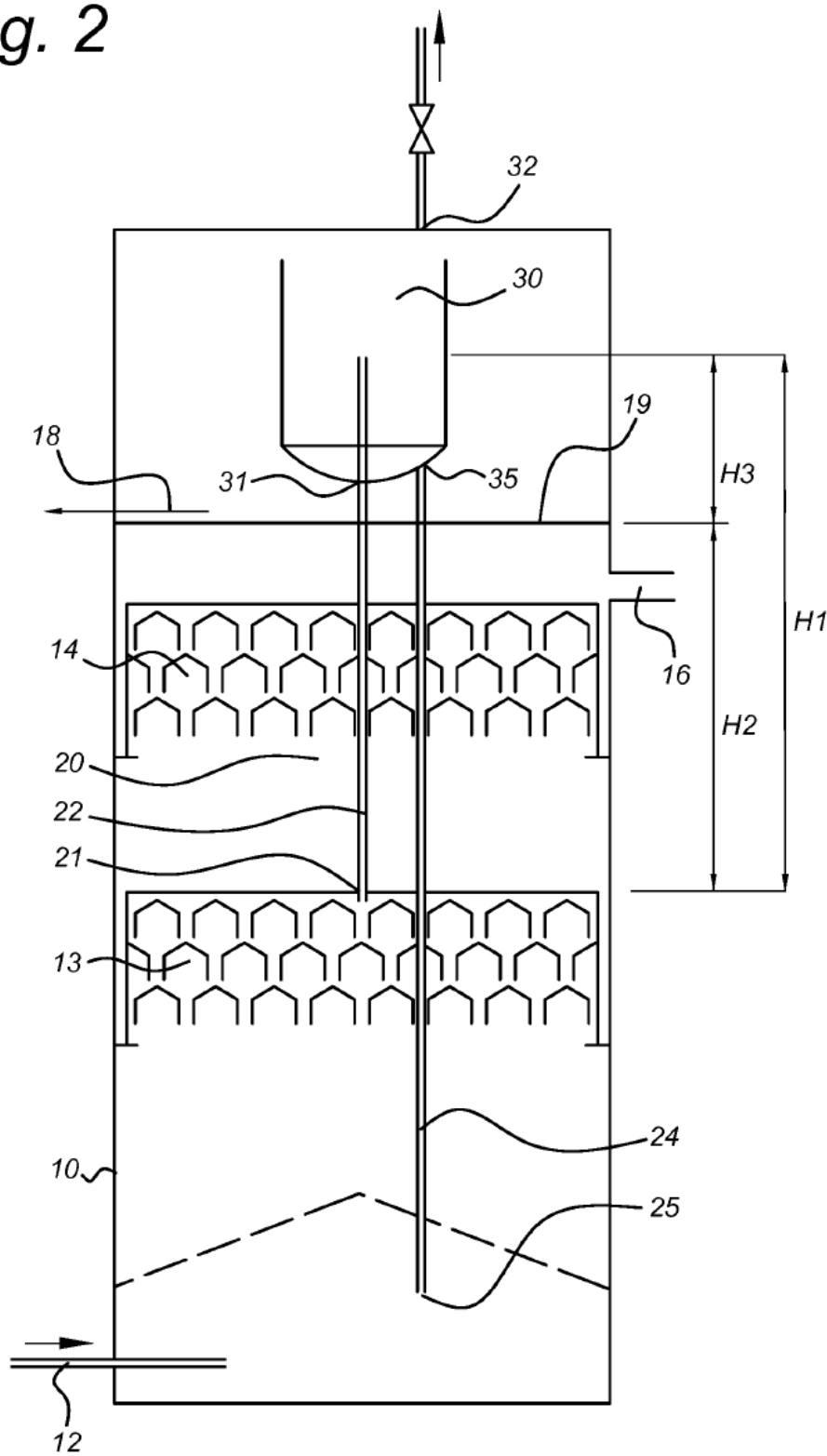


Fig. 3

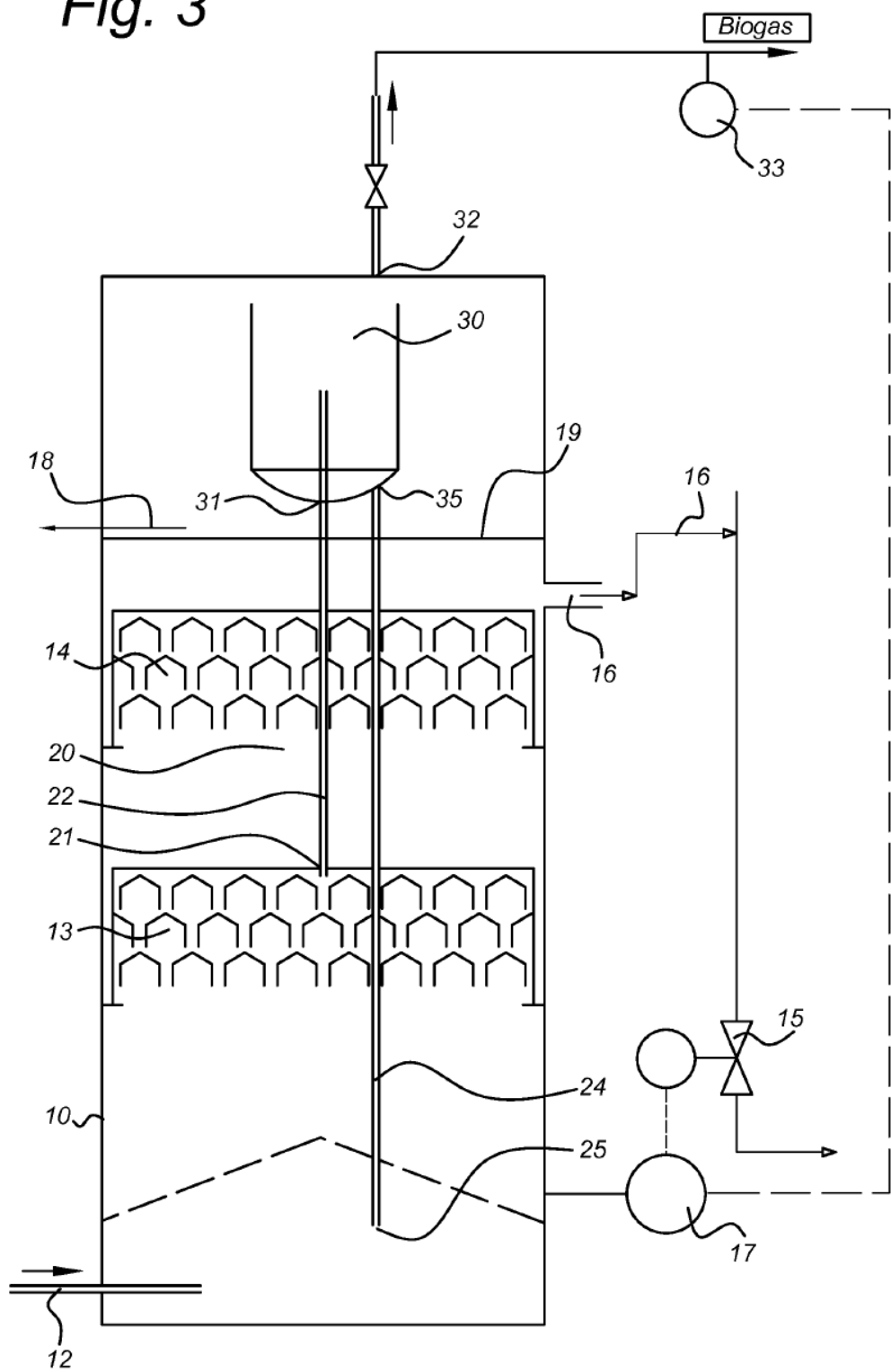


Fig. 4

