(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 524 522**

(21) Número de solicitud: 201300542

(51) Int. Cl.:

C02F 3/28 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE PATENTE A2

(22) Fecha de presentación:

07.06.2013

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

09.12.2014

(71) Solicitantes:

UNIVERSIDAD DE BURGOS (100.0%)
C/ Hospital del Rey, s/n
09001 Burgos ES

(72) Inventor/es:

DÍEZ BLANCO, Victorino;
RAMOS RODRÍGUEZ, Cipriano y
CABEZAS JUAN, José Luis

(54) Título: **Procedimiento para el tratamiento anaerobio de fluidos residuales orgánicos que contengan aceites y grasas.**

(57) Resumen:

Procedimiento para el tratamiento anaerobio de fluidos residuales orgánicos que contengan aceites y grasas.

El procedimiento que se presenta está diseñado para el tratamiento anaerobio de fluidos residuales caracterizados por su elevado contenido de lípidos, mediante fangos suspendidos que son retenidos mediante técnicas de microfiltración o ultrafiltración integradas en el propio sistema que operan con una ligera succión. Consiste en un dispositivo anaerobio de flujo ascendente combinado con un tanque de filtración cerrado en serie en la que se utilizan módulos de membranas sumergidas para la separación del agua tratada con retorno de la biomasa y materiales no digeridos del fluido residual al reactor anaerobio. La superficie filtrante de las membranas se encuentra agitada intensamente mediante el burbujeo de un gas exento en oxígeno, preferentemente mediante la recirculación del biogás generado en el proceso biológico anaerobio. La corriente de gas introducida en el tanque de filtración induce un flujo ascendente de la fase líquida y biomasa suspendida en ella, por el efecto conocido come gas-lift, que rebosando de este tanque es recirculada a la parte inferior del reactor anaerobio mediante una conducción vertical. Este modo de recirculación de la biomasa minimiza las fuerzas de cizalladura características de otros métodos de bombeo.

Dado que la separación se realiza por filtración no se ve afectado por las cualidades de sedimentación de los agregados de biomasa, alteradas por la presencia de aceites y grasas. Por otra parte, el burbujeo empleado en el tanque de filtración proporciona condiciones adecuadas para el proceso anaerobio de betaoxidación de ácidos grasos de cadena larga.

ES 2 524 522 A2

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para el tratamiento anaerobio de fluidos residuales orgánicos que contengan aceites y grasas

SECTOR: La presente invención se enmarca en el sector de sistemas de tratamiento de aguas residuales y suspensiones fluidas con elevado contenido en aceites y grasas de origen natural.

ESTADO DE LA TÉCNICA:

El tratamiento anaerobio de aguas residuales presenta indudables ventajas: la producción de biogás permite la valorización energética de la materia residual, la generación de fangos es baja y no requiere energía para la aireación necesaria en los procesos aerobios.

La baja velocidad de crecimiento de los microorganismos anaerobios hace necesario la utilización de dispositivos de retención y acumulación de biomasa activa. De hecho, uno de los principales problemas de la aplicación de procesos anaerobios es la pérdida de biomasa, problema que es conocido que se agrava en el tratamiento de fluidos con elevado contenido en materiales lipídicos, lo que justifica su separación previa.

La retención de biomasa puede realizarse mediante diferentes métodos dependiendo del modo de crecimiento de los microorganismos: adheridos a materiales de relleno, o formando agregados que se mantienen suspendidos en el fluido a tratar.

Los sistemas de biomasa adherida a un material de relleno se caracterizan por su elevada estabilidad ante condiciones desfavorables, como son las fluctuaciones de caudal y composición o la naturaleza química de los contaminantes del fluido a tratar. Su desventaja principal es el coste del material de relleno. Sin embargo, se ha observado como un elevado contenido en aceites y grasas reduce la adherencia de la biomasa al soporte, lo que obliga a incorporar dispositivos especiales para la extracción de la biomasa desprendida.

En los sistemas de biomasa suspendida la autoagregación es un requisito básico que cuando no es satisfactoria, o cuando se ve alterada por un cambio en las condiciones de operación, provoca un daño inmediato y en ocasiones irreversible sobre el proceso. Para la retención de biomasa en sistemas de crecimiento suspendido se ha empleado un amplio abanico de dispositivos cuya eficacia viene determinada por la diferencia entre la densidad del agua y de los agregados de biomasa.

La viabilidad de estos dispositivos generalmente está condicionada por la formación de flóculos o gránulos de tamaño y densidad adecuados para la separación por sedimentación. Sin embargo, también se han propuesto sistemas de separación para agregados de biomasa de menor densidad que el agua, que tienden a flotar, de aplicación muy limitada. En cualquier caso, estos sistemas requieren que se mantengan a lo largo del tiempo unas cualidades de tamaño y cohesión uniformes que garanticen la eficiencia del sistema de separación elegido, sedimentación o flotación.

Los reactores anaerobios de biomasa suspendida más empleados son los sistemas de contacto anaerobio y los reactores de lecho de lodos de flujo ascendente, conocidos por las siglas UASB de *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*, y sus variantes.

En los reactores de contacto anaerobio se emplean digestores de tanque agitado combinados con sistemas de separación externos, preferentemente decantadores, que pueden ser convencionales o lamelares, con recirculación de fangos al digestor. Para afrontar las malas cualidades de decantación de la biomasa anaerobia se han propuesto métodos de separación diferentes. El sistema Flotamet® emplea sistemas de flotación inducida por la desorción de CO_2 producto de la descomposición de la materia orgánica residual. Como alternativa a los sistemas de separación gravitatorio también se han empleado membranas, generalmente externas, de tipo tubular y flujo tangencial a presión, pero también internas de tipo sumergido que operan por succión.

Los reactores UASB se caracterizan por que el agua circula en sentido ascendente a través del fango, y el efluente es recogido por la parte superior en la que se encuentra un sistema de separación gas-sólido-líquido.

En los reactores UASB, como en sus variantes, la clave es conseguir agregados con cualidades de sedimentación adecuadas que no sean arrastrados por el flujo ascendente tanto del agua como del biogás que se genera. Los agregados granulares tienen una velocidad de sedimentación y una actividad metanogénica significativamente mayores que la de los agregados floculentos. La selección de agregados granulares es la base de los reactores EGSB (*Expanded Granular Sludge Bed*) e IC (*Internal Circulation*).

Los reactores de circulación interna IC (WO Patent number 2006/132523) y reactor multietapa de flujo ascendente UMAR (Patent US 2008277328), consisten en reactores anaerobios de lodos suspendidos y flujo ascendente en el que el biogás generado da lugar a una corriente de recirculación. Están formados por al menos dos compartimentos, colocados uno sobre el otro, dentro de un recipiente vertical de elevada altura en relación con su diámetro. Unas campanas sumergidas, que sirven como división entre los

compartimentos, recogen el biogás generado en el compartimento inferior, siendo canalizado a un conducto vertical en el que por efecto *gas-lift* induce una corriente de agua en sentido ascendente a través del mismo conducto hasta un separador gas-líquido colocado en la parte superior del reactor. Una vez que esta corriente libera el biogás retorna por gravedad por un conducto vertical distinto hasta la base del compartimento inferior, creando de este modo una corriente de recirculación interna en este compartimento. El compartimento superior recibe una carga orgánica e hidráulica menor, no estando agitado ni por el biogás ni por la corriente de recirculación, lo que facilita la clarificación y retención de los sólidos sedimentables más finos.

Las ventajas y elevada capacidad de tratamiento de los reactores anaerobios descritos justifican su elevado grado de implantación en industrias que generan aguas residuales orgánicas concentradas como azucareras, cerveceras y papeleras, entre otras.

El tratamiento de aguas residuales con elevado contenido en aceites y grasas, características de industrias cárnicas, elaboración de productos fritos o lavaderos de lana, entre otras, plantea dificultades ampliamente descritas en la bibliografía técnica.

Resulta aparentemente contradictorio que, siendo el potencial metanogénico de los lípidos significativamente mayor que el de cualquier otro compuesto orgánico natural, las plantas depuradoras de aguas residuales con elevado contenido en aceites y grasas incorporen etapas de pretratamiento para el desengrasado, lo que supone una merma importante en la producción de biogás y un aumento de los costes de gestión de fangos. El origen de este contrasentido se encuentra en los problemas físico-químicos y biológicos asociados al tratamiento de estos materiales.

Se han descrito problemas de (a) inhibición irreversible de las bacterias acetoclastas y metanogénicas por alteración de la permeabilidad de sus membranas celulares, (b) limitaciones a la transferencia de materia, del sustrato de la disolución a la biomasa y del producto generado por la biomasa al agua, asociados a la adsorción de ácidos grasos de cadena larga a los agregados bacterianos , (c) pérdida continuada de pequeños flóculos de biomasa (d) pérdida irreversible de biomasa por flotación masiva de los fangos por defectos de desgasificación, y (e) taponamiento de los sistemas de recogida de biogás asociados a la formación de costras superficiales, entre otros. Se han realizado diferentes estudios para evaluar la importancia de cada uno de estos problemas individuales, de los que se desprende que la severidad y consecuencias depende en gran medida del tipo de biomasa y configuración del reactor. Se ha comprobado que el grosor de la capa de grasa adsorbida a la biomasa puede alcanzar varias décimas de milímetro

en gránulos de tan solo 2-3 mm y cómo la presencia de ácidos grasos de cadena larga obstaculiza la adhesión a los gránulos de biomasa de los microorganismos β-oxidantes suspendidos, lo que les hace susceptibles de ser arrastrados con el efluente.

La tendencia a la flotación de los fangos en algunos reactores de flujo ascendente tipo UASB, sobre todo en el tratamiento de efluentes con elevado contenido en aceites y grasas, ha llevado al desarrollo de sistemas de flujo descendente como el IASB (*Inverted Anaerobic Sludge Blanket*) (WO 2007/058557), en los que el agua clarificada es recogida por el fondo del aparato a través de un separador de sólidos.

Por otra parte, para superar los problemas anteriores, se han planteado soluciones basadas en la puesta en marcha del proceso con biomasa previamente aclimatada o estrategias de operación basadas en alimentación intermitente, con periodos sin alimento que permitan descomponer los ácidos grasos de cadena larga que la biomasa tiende a acumular por adsorción sin degradación.

Para evitar los problemas de arrastre de la biomasa se ha propuesto el empleo de biomasa suspendida con unas cualidades de sedimentación excelentes, agregados granulares. Sin embargo, se han descrito alteraciones de la biomasa granular debidas a cambios en las características de la alimentación, incluso gránulos procedentes de reactores anaerobios que llevan años operando en régimen estable con diferentes aguas residuales.

Por otra parte, se ha demostrado que la biomasa granular no es la más adecuada para el tratamiento de aceites y grasas debido a la menor superficie por unidad de masa, siendo más eficientes los flóculos de menor tamaño y densidad que, a pesar de sus defectos de sedimentación, permiten un contacto más eficiente entre la biomasa y los lípidos. Además, los flóculos de pequeñas dimensiones toleran mejor condiciones de agitación intensas capaces de romper los agregados granulares por efecto de las fuerzas de fricción.

Junto con los problemas de separación de biomasa, la rotura de agregados supone un inconveniente para aquellos procesos anaerobios en los que la metanogénesis es la etapa limitante, en los que para mantener bajas concentraciones de H_2 es conveniente que las bacterias que lo producen y consumen se encuentren próximas entre si. En cambio, el aumento de concentración de H_2 asociado a la disgregación de flóculos es termodinámicamente favorable para aquellos procesos anaerobios limitados por las reacciones de β-oxidación.

La biomasa granular, tiene una mayor actividad metanogénica ante sustratos simples, sin embargo, se ha demostrado que los pequeños flóculos de biomasa que son arrastrados de forma continua con el efluente en el tratamiento de aguas residuales con ácidos grasos, tienen una mayor capacidad de β-oxidación, etapa limitante del proceso. Para retener estos pequeños flóculos arrastrados con el efluente se han desarrollado reactores como el WOR, *washout recirculation*; que incorporan dispositivos de separación externos y retorno al reactor. La utilización de estos dispositivos ha demostrado que es posible el tratamiento de aguas con elevada concentración de oleato sin problemas de inhibición. Para la recuperación de gránulos se han propuesto sistemas de separación gravitatorios o ciclónicos. El perfeccionamiento de sistemas de separación trifásicos de elevada eficacia es, en general, notable.

La integración de procesos de separación por membranas en biorreactores anaerobios se ha realizado sobre la base de reactores de mezcla completa. En la década de los años 80's se comercializaron los sistemas MARS (*Membrane Anaerobic Reactor System*) y ADUF (*Anaerobic Digestion with Ultrafiltration*), sistemas basados en la combinación de digestores anaerobios de mezcla completa con unidades externas de ultrafiltración en membranas tubulares de flujo tangencial operadas a baja presión transmembranal. Sus aplicaciones fueron el tratamiento de aguas residuales industriales de muy alta carga, demanda química de oxígeno superior a 20.000 mg O_2/l, el tratamiento de purines y de la fracción líquida del licor de digestión de fangos.

Para optimizar la etapa de filtración en membranas tubulares se han propuesto variantes anaerobias de los biorreactores de membrana aerobios tipo air-lift, conocidos por GL-AnMBR, con membranas tubulares externas verticales que en la base del módulo de membranas mezclan biogás con el agua para reducir la deposición de sólidos sobre la superficie de la membrana, que opera con una presión manométrica positiva.

En cualquier caso, en los sistemas de mezcla completa la concentración de sólidos en la etapa de separación coincide con la concentración de la biomasa activa en el proceso biológico, en perjuicio de la filtración. El uso de unidades biológicas con capacidad de acumulación de biomasa aumenta la capacidad de tratamiento biológico y facilita la etapa de filtración.

Se han desarrollado reactores que combinan el tratamiento anaerobio mediante reactores UASB, con biorreactores aerobios convencionales de membrana (*Experimental Device for Treating Emulsified Oil Wastewater by UASB/MBR Technology*, Patent CN102417276) que no ofrecen las ventajas de los procesos anaerobios de membrana dado que la etapa

de filtración se realiza sobre la base de un proceso aerobio de fangos activados convencional.

La presente invención consiste en un digestor anaerobio de flujo ascendente con acumulación en la zona de reacción por sedimentación, adaptada a la presencia de aceites y grasas, carente de dispositivos internos de separación trifásicos, en el que la biomasa es retenida por completo en un tanque de filtración externo, mediante membranas sumergidas agitada por el burbujeo de biogás que, a su vez, por efecto gas-lift, genera una corriente de recirculación entre el digestor anaerobio y el propio tanque de filtración.

La presente invención no persigue únicamente garantizar la retención de la biomasa en el reactor mediante la interposición de membranas, sino que plantea un nuevo tipo de reactor anaerobio que en su conjunto selecciona unas condiciones de operación muy favorables para el tratamiento de fluidos residuales con elevado contenido en aceites y grasas de naturaleza orgánica, sin los problemas de inhibición, transferencia de materia, flotación y de recogida de biogás descritos anteriormente.

EXPLICACION DE LA INVENCIÓN

La invención consiste en combinar procesos biológicos anaerobios y físicos de filtración para llevar a cabo la digestión de corrientes residuales con elevado contenido en aceites y grasas con la consiguiente producción de biogás, obteniendo a su vez efluentes de elevada calidad biológica y fisicoquímica con una retención completa de fangos y baja generación de lodos.

El líquido a tratar entra en un digestor anaerobio por la parte inferior, circula de forma homogénea en sentido ascendente a través de la biomasa que se encuentra mayoritariamente sedimentada. La etapa de filtración se produce en un depósito exterior, colocado en serie y con recirculación al primero. De esta manera se impide el contacto directo de la corriente residual grasienta con la membrana, lo que podría provocar el ensuciamiento de su superficie por adherencia de los aceites y grasas, reduciendo su capacidad de filtración. De este modo es la biomasa anaerobia del digestor anaerobio la que adsorbe e hidroliza los aceites y grasas, no estando presentes de forma libre en el depósito en el que se encuentra la membrana. Por otro lado, el uso de tanques de membrana externos facilita las tareas de mantenimiento, limpieza y sustitución, como en los reactores biológicos de membrana aerobios convencionales.

En la etapa de filtración se utilizan membranas sumergidas, planas o de fibras huecas. Este tipo de membranas requieren una agitación con el fin de reducir la deposición de biomasa y cualquier otro tipo de partículas a lo largo del proceso de filtración. Esta agitación se produce por burbujeo intenso de gas, empleando para ello el propio biogás generado en la descomposición anaerobia de la materia residual.

Sin embargo, al separar las etapas del proceso, la biomasa activa que saliendo del digestor anaerobio es rechazada por la membrana ha de regresar a la etapa biológica mediante una corriente de recirculación del tanque de filtración al digestor. Para ello se aprovecha el efecto conocido como gas-lift, provocado por el propio burbujeo empleado para la agitación de las membranas, con lo que se consigue la recirculación sin la necesidad de usar bombas auxiliares u otros mecanismos electromecánicos.

Debido al burbujeo de gas en el tanque de filtración y a la recirculación por el efecto gas-lift, se promueve un crecimiento microbiano en forma de flóculos de pequeño tamaño. Estos flóculos tienen mayor superficie externa y por consiguiente mayor capacidad de retención por adsorción de aceites y grasas, etapa previa a la hidrólisis y digestión, que los flóculos de mayor tamaño necesarios en aquellos reactores en los que la retención de biomasa se produce por sedimentación.

Además, la formación de flóculos de pequeño tamaño tiene un efecto beneficioso sobre el proceso biológico de tratamiento de aceites y grasas dado que conduce al aumento de la concentración de hidrógeno, no deseado en la digestión de otros materiales, pero que en este caso favorece la β-oxidación de ácidos de cadena larga originados en la hidrólisis de aceites y grasas. De este modo se minimizan los problemas de inhibición biológica y de transferencia de materia asociados al tratamiento de aguas residuales con aceites y grasas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

El procedimiento descrito se representa en el diagrama de flujo recogido en la figura 1. Las características principales de la instalación y su modo de operar se describen a continuación.

El sistema está compuesto por un reactor anaerobio de flujo ascendente [1] y un tanque de filtración cerrado [2] en el que se encuentra sumergido el sistema de membranas de micro o ultrafiltración [3].

El líquido residual bruto [4] se distribuye de manera uniforme por la parte inferior del reactor anaerobio [1], a través de una o varias conducciones, y el agua tratada [5] se extrae a través de las membranas sumergidas en el tanque de filtración [2].

El biogás generado en el proceso biológico anaerobio [6, 7] se recoge tanto del reactor anaerobio [1], como del tanque de filtración [2]. Una parte del biogás [9] es recirculada y reintroducida en la parte inferior del sistema de filtración [3] a través de un sistema de distribución con perforaciones [10] que suministra burbujas gruesas para evitar la deposición de sólidos sobre la superficie de las membranas. El mismo burbujeo de biogás genera una corriente ascendente de la fase líquida conocida como gas-lift de modo que rebosa por la parte superior, siendo recogido mediante una o varias conducciones [11] a través de las que retorna por gravedad al reactor anaerobio [1], en el que se reintroduce de un modo uniforme por su parte inferior. El caudal de la corriente de recirculación puede ser controlado mediante el ajuste de la altura del rebosadero del tanque de filtración. En el reactor [1] el agua circula en sentido ascendente a través de los fangos anaerobios sedimentados. De la parte superior del reactor anaerobio [1] el agua, junto con los agregados de biomasa que no sedimentan, pasa al tanque de filtración por vasos comunicantes, a través una o varias conducciones [12] que comunican la parte superior del reactor [1] con la parte inferior del tanque de filtración [2].

DESCRIPCION DE UN EJEMPLO DE REALIZACIÓN

A continuación se presenta las características de un sistema que utiliza un procedimiento como el descrito, probado a escala piloto en el tratamiento de las aguas residuales con elevado contenido en aceites y grasas de una industria alimentaria.

Las aguas residuales están compuestas por los vertidos individuales que se producen de forma discontinua principalmente en las operaciones de limpieza de tanques de fritura. Tras sendas operaciones de desbaste y tamizado, el vertido tiene un elevado contenido orgánico, con Demanda Química de Oxígeno (DQO) muy variable, comprendida entre 6000 y 22000 mg/l,. El contenido en aceites y grasas también es muy variable comprendido entre 1200 y 6000 mg/l, lo que, de acuerdo con su estado de oxidación representa entre el 56-77% de la materia orgánica total. La concentración de nutrientes, se mantiene en valores bajos, entre 70 y 200 mg NKT/l y entre 30 y 70 mg $P-PO_4^{3-}$/l. Para el mantenimiento óptimo de la actividad biológica, las concentraciones de nitrógeno y fósforo se corrigen mediante la adición de las cantidades adecuadas de urea y ácido fosfórico y, cuando es necesario, se emplea hidróxido sódico para el control del pH y mantenimiento de un nivel adecuado de alcalinidad.

La instalación se compone de 2 depósitos cerrados: digestor anaerobio y tanque de filtración, conectados en serie con recirculación. El digestor, de mayor volumen que el tanque de filtración, permite mantener un tiempo de residencia adecuado para el correcto desarrollo del proceso biológico anaerobio. Se encuentra aislado térmicamente y dispone de un sistema de control de temperatura que la mantiene entre 35 y 37ºC, óptima para los microorganismos anaerobios mesofílicos. El tanque de filtración, de menor volumen pero mayor altura, está equipado con módulos de membranas y un sistema de agitación de burbuja gruesa.

La alimentación se introduce en el sistema de forma intermitente, mediante una bomba comandada por el nivel de líquido en el digestor con el fin de mantener el volumen útil constante, suministrando un caudal que vendrá determinado por la capacidad de filtración. Una bomba de desplazamiento positivo, tipo peristáltica, extrae el efluente a través de los módulos de membranas de forma cuasi-continua, de acuerdo con unos ciclos de operación preestablecidos que incluyen breves periodos de contralavado y pausas para la relajación del circuito.

Por la parte inferior del digestor anaerobio entran tanto la alimentación como la recirculación, circulando en sentido ascendente a una velocidad que puede ser ajustada entre 0.3 y 1 m/h, mediante el control de la recirculación generada por el efecto gas-lift del tanque de filtración, dependiente del caudal de gas y de la altura del rebosadero del tanque de filtración. La biomasa del digestor se encuentra parcialmente sedimentada, formando un lecho de lodos cuya concentración disminuye con la altura, que se mantiene suavemente agitada por el biogás generado y el flujo ascendente del líquido. El biogás generado en el depósito de digestión se recoge mediante conducciones colocadas en su bóveda. En la zona superior, a una altura por debajo del nivel del líquido, una conducción conecta por vasos comunicantes el digestor con la parte inferior del tanque de filtración permitiendo el paso del agua tratada junto con los flóculos de biomasa de menor tamaño y densidad que son arrastrados por el flujo ascendente del agua.

En el tanque de filtración se encuentran alojados los módulos de membranas de ultrafiltración de fibras huecas. El sistema de extracción del efluente opera de forma cíclica, comandado por un autómata, que combina periodos de filtración, relajación y contralavado con el fin de desprender los sólidos depositados sobre la superficie de las membranas, optimizando su capacidad de filtración. Se ha operado con flujos de filtración de 6-8 $l/m^2 \cdot h$ que permiten mantener presiones transmembranales bajas entre 30 y

150 mbar, minimizando la compresión de los materiales adheridos a las membranas que reduce la capacidad de filtración.

Una serie de tubos perforados colocados bajo las membranas permite inyectar biogás con el fin de agitar la región en la que tiene lugar la filtración, reduciendo la deposición de biomasa. Para llevar a cabo esta operación el biogás recogido de la parte superior del tanque de filtración es recirculado mediante una bomba de vacío-compresor que suministra entre 0.15 y 0.70 $m^3/h \cdot m^2$ relativo a la superficie de filtración. Las líneas de gas de los dos depósitos se encuentran conectadas a un gasómetro para la medida de la producción de biogás.

El burbujeo empleado para la agitación de las membranas eleva el nivel de agua en el tanque de filtración que rebosa por una conducción por la que es recirculada al digestor. Este efecto gas-lift se alimenta de la conducción que conecta la zona superior del digestor con la parte baja del tanque de filtración por vasos comunicantes sin sistemas de bombeo adicionales. La renovación continua del contenido del tanque de filtración evita que aumente la concentración de biomasa en él. Las conducciones de recirculación al digestor, reintroducen el rechazo del tanque de filtración en la parte inferior del digestor generando, junto con la alimentación, una corriente ascendente homogénea que permite la acumulación de biomasa por sedimentación, aumentando su estabilidad y capacidad de tratamiento biológico.

El sistema permite alcanzar rendimientos de eliminación de materia orgánica de 91-98%, con una producción de biogás de 460-690 l/kg DQO con un contenido en metano de 73-77% en base seca.

La presente invención ha sido ilustrada y descrita haciendo referencia a una realización preferente, pero se comprende que en la práctica, expertos en la materia podrán introducir variantes de ejecución, sin que ello signifique apartarse del ámbito de protección de la presente patente.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el tratamiento anaerobio de fluidos residuales orgánicos que contengan aceites y grasas que comprende: poner en contacto dicho efluente con biomasa en un tanque anaerobio de flujo ascendente, introducir la mezcla resultante en un tanque en el que por filtración de membranas, en condiciones de fuerte agitación por burbujeo de biogás, se separa el agua tratada de la biomasa que retorna por rebose al tanque anaerobio de contacto por el efecto de la ascensión de las burbujas de biogás.

2. Procedimiento para el tratamiento anaerobio de fluidos residuales orgánicos que contengan aceites y grasas que, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque:

a. comprende una etapa de recirculación de biogás de la parte superior de ambos tanques hacia la zona inferior del tanque donde tiene lugar la filtración por membrana, y

b. una etapa de retorno de la biomasa rechazada por la membrana mediante el rebose superior del tanque en el que tiene lugar la filtración a la parte inferior del tanque anaerobio.

3. Procedimiento para el tratamiento anaerobio de fluidos residuales orgánicos que contengan aceites y grasas, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque comprende una etapa de regulación de la velocidad de ascenso en el tanque de anaerobio por medio de la regulación de la tasa de recirculación de biogás y la altura del rebosadero del tanque de filtración.

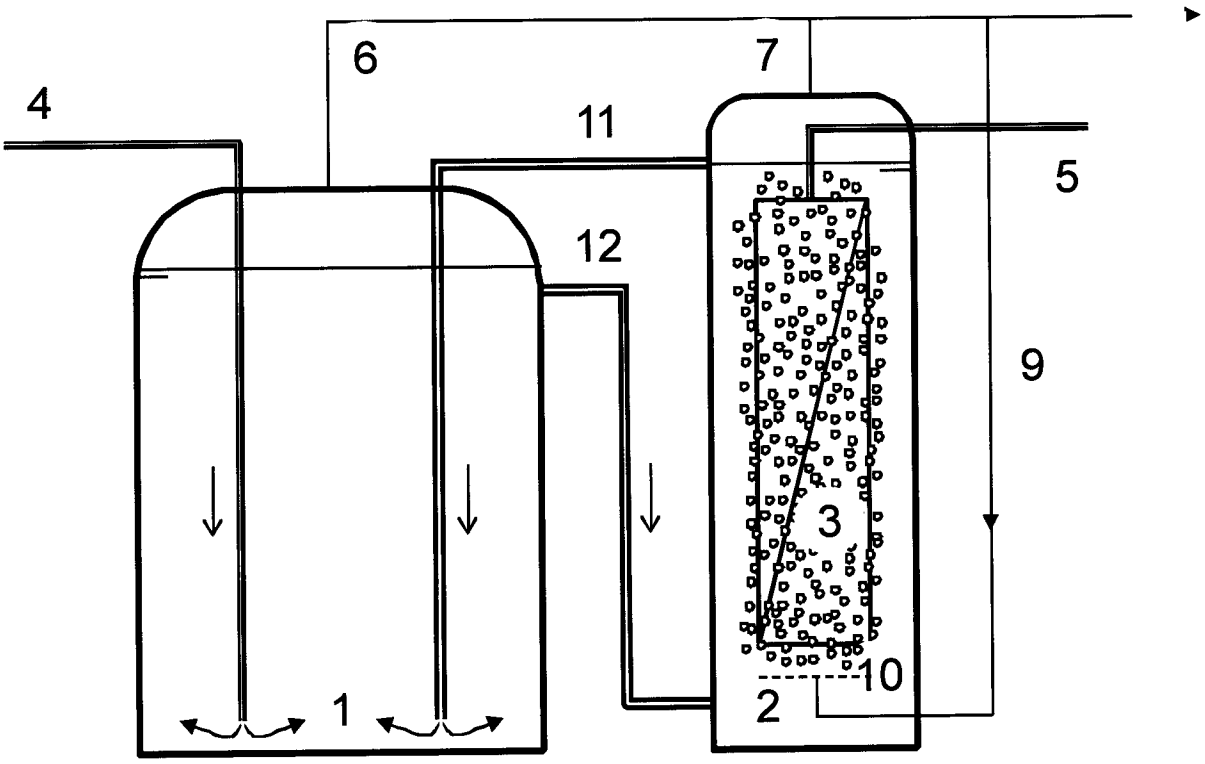

Figura 1.