



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 064 083**

51 Int. Cl.:

C02F 3/00 (2006.01)

C02F 3/08 (2006.01)

C02F 3/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA REVISADA

T4

86 Número de solicitud europea: **91902807 .6**

86 Fecha de presentación : **22.01.1991**

87 Número de publicación de la solicitud: **0575314**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **29.12.1993**

54 Título: **Método y reactor para la purificación de aguas.**

30 Prioridad: **23.01.1990 NO 19900316**
16.07.1990 NO 19903174

45 Fecha de publicación de la mención y de la
traducción de patente europea: **16.01.1995**

45 Fecha de la publicación de la mención de la
traducción revisada BOPI: **01.04.2007**

45 Fecha de publicación de la traducción revisada de
patente europea: **01.04.2007**

73 Titular/es: **ANOXKALDNES AS.**
Måkeveien 2 A
Tønsberg, NO

72 Inventor/es: **Ødegaard, Hallvard**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 064 083 T4

DESCRIPCIÓN

Método y reactor para la purificación de aguas.

La presente invención se refiere a un método para purificación de aguas y a un reactor para uso en el método.

Se conocen diversos métodos diferentes para la purificación de aguas residuales, por ejemplo, mecánicamente por sedimentación o cribado, por purificación química, mediante la adición de productos químicos y tratamiento con gas, por ejemplo, con ozono o cloro. Se conoce, además, la práctica de tratar el agua biológicamente, es decir, por exposición del agua a un cultivo de bacterias que causarán la conversión deseada de los contaminantes. Todos los métodos anteriormente mencionados se combinan en gran medida.

La presente invención está relacionada con problemas de la purificación biológica con cultivos de bacterias.

Por película biológica, según se trata más adelante, ha de entenderse una capa de un cultivo de bacterias en el que las bacterias pueden ser de tipo aeróbico, anóxico o anaeróbico, dependiendo de la clase de purificación que se desee.

Los métodos de purificación biológica se utilizan principalmente para aguas residuales, si bien pueden utilizarse también para la purificación de aguas en cultivos acuáticos y para aguas para beber. La presente invención puede explotarse en todos los campos en los que puedan utilizarse métodos biológicos para la purificación del agua y de aguas negras, particularmente en procesos biológicos aeróbicos en los que el contenido del reactor es oxigenado y agitado por medio de aireación, pero también en procesos anaeróbicos en los que el contenido del reactor no es aireado, sino que se mantiene sometido a agitación, ya sea mecánica o hidro-mecánicamente.

Los métodos biológicos se usan de forma generalizada para la purificación de aguas contaminadas. Tradicionalmente, se han venido utilizando métodos biológicos para reducir el contenido de materia orgánica en el agua, aunque, particularmente en los últimos años, se ha venido introduciendo el uso de métodos biotecnológicos para la eliminación del amonio (nitrificación), la eliminación del nitrógeno por desnitrificación, y la eliminación del fósforo.

Se hace una distinción entre los procesos aeróbicos y los anaeróbicos. En los procesos aeróbicos, los microorganismos necesitan oxígeno, mientras que los microorganismos que habitan en los procesos anaeróbicos han de tener un medio ambiente carente de oxígeno. La mayor parte de las plantas de purificación de todo el mundo se basan en procesos aeróbicos, pero hay un interés creciente en los procesos anaeróbicos, particularmente en conexión con la eliminación del nitrógeno y la purificación de aguas negras orgánicas industriales concentradas.

Se hace también una distinción entre los sistemas de lodo biológico y los sistemas de película biológica. En los sistemas de lodo biológico, los microorganismos están flotando en el agua, agregados entre sí en partículas de fango, en un reactor biológico. En los sistemas de lodo aeróbico, que son sistemas de lodo activo, las partículas de lodo son separadas del agua y se hacen retornar a continuación al reactor biológico, a fin de mantener con ello la cantidad de biomasa tan alta como sea posible.

En los sistemas de película biológica, los microorganismos crecen en superficies fijas del reactor biológico. La película biológica crece en espesor a medida que se propagan los microorganismos, y ciertas partes de la película biológica se desprenderán o desgajarán finalmente, de manera que se formará nueva película biológica. Debido a que la película está fija y el agua se mueve y pasa por ella, la biomasa no tiene que hacerse retornar para que los microorganismos se aprovechen en la medida de lo posible.

Recientemente ha habido una tendencia considerable a reemplazar los sistemas de lodo por sistemas de película biológica. Las razones principales para esto son:

a. La biomasa por unidad de volumen puede ser considerablemente superior, con el resultado de que el reactor biológico será más pequeño en volumen.

b. Los reactores de película biológica pueden soportar mayores variaciones de la carga y también de la composición del agua de base o de partida, lo que hace que los métodos de película biológica sean más robustos que los métodos de lodo activo.

c. El resultado de una avería o interrupción en el proceso biológico no tiene consecuencias tan dramáticas en los métodos de película biológica como en los métodos de lodo activo, debido a que la concentración del fango fuera del reactor biológico es mucho más baja.

Los reactores de película biológica que existen en la actualidad se basan en diferentes sistemas, tales como los rotores biológicos (dispositivos de puesta en contacto biológicos rotativos), los filtros percoladores y los reactores de lecho fluidificado. Ejemplos de filtros percoladores se dan en la Patente británica N° 2.197.308, en el documento EP-A2-301.237 y en la Patente francesa N° 2.185.437, en la que el reactor está empacado con elementos que son inmóviles. Existen también filtros biológicos en los que el medio portador de la película biológica está sumergido y en los que se airea el volumen de agua, pero estos sistemas se basan en un portador sólido que se encuentra estático dentro del reactor, o bien en elementos semejantes a caucho espumoso a los que se permite flotar dentro de un reactor de fango activo.

Los sistemas de fango activo (sistemas de lodo) adolecen de la desventaja de que puede resultar difícil obtener el suficiente control en la separación de fangos, con el resultado de que puede producirse una pérdida fortuita de fango con serias consecuencias para el recipiente.

Otra desventaja evidente con estos sistemas es que el volumen del reactor será muy grande, ya que la biomasa por unidad de volumen dentro del reactor se hace pequeña.

Sin embargo, en comparación con los sistemas de película biológica tradicionales (rotores biológicos y filtros percoladores), los sistemas de fango activo presentan la ventaja de que se ha de tratar con un reactor biológico abierto que no puede quedar en ningún caso obstruido.

La mayor desventaja de los sistemas de reactor biológico es que tienen como base un rotor biológico prefabricado que hace que el sistema sea muy poco flexible. Ha habido considerables problemas mecánicos con muchos de los rotores biológicos, y si el rotor biológico se avería, resulta difícil adaptar el rotor biológico a otro sistema. Ciertamente, existen varios ejemplos de reactores de rotor biológico que se han

reconstruido como reactores de filtro biológico, pero ha sido entonces con un sistema basado en un material de filtro fijo.

La principal desventaja con el sistema de filtro biológico tradicional (filtro percolador), en el que el agua es percolada a través del material portador de la película biológica, y en el que la oxigenación tiene lugar por medio de ventilación natural, es que el volumen del reactor biológico llega a ser relativamente grande. Constituye también una desventaja considerable el hecho de que, en este sistema, la cantidad de oxígeno que se suministra al proceso no puede ser ajustada en la magnitud que se utiliza en el proceso biológico y que corresponde a la carga orgánica. Se sabe por lo común que estas circunstancias dan lugar a que los filtros biológicos tradicionales (filtros percoladores) proporcionen un efecto de purificación más pobre para una carga orgánica dada por superficie, que los otros métodos de película biológica.

Otro tipo de filtro biológico es el denominado filtro biológico sumergido. El principio del mismo consiste en que se dispone un material de filtro biológico estacionario o estático sumergido en el reactor, en tanto que la biomasa es oxigenada por aireación. La superficie de crecimiento del filtro biológico sumergido es estática y consiste, con la mayor frecuencia, en lascas o esquirlas de plástico corrugado pegadas entre sí para formar cubos que se colocan unos sobre otros a modo de ladrillos de construcción, o de elementos o gránulos individuales situados aleatoriamente, todos los cuales se encuentran, sin embargo, estacionarios durante el uso del filtro biológico. La desventaja principal del filtro biológico sumergido y fijo es que el acceso a la cara inferior del filtro biológico se hace muy difícil. Si el filtro biológico queda obstruido por la cara inferior, o si los medios de aireación, que se encuentran situados bajo el filtro biológico, quedan obstruidos, ha de extraerse todo el filtro biológico para su limpieza. Ha venido siendo también un problema que elementos completos del filtro biológico quedasen flotando como consecuencia de la obstrucción parcial y la captura de grandes bolsas de aire en el material del filtro biológico.

Otro sistema es el denominado reactor biológico de "lecho fluidificado". Este se basa en la práctica de llenar con arena el reactor biológico y bombear el agua desde el fondo hasta la parte superior del reactor biológico con la suficiente velocidad como para que la arena se fluidifique. La película biológica crece sobre los granos de arena. Con este sistema se puede obtener una biomasa muy grande por unidad de volumen del reactor, debido a que el área de crecimiento específica para la película biológica será grande.

La desventaja del sistema es resultado de la carga orgánica por volumen muy elevada que este provoca. En consecuencia, no es posible aportar a los sistemas aeróbicos el suficiente oxígeno por unidad de volumen para reemplazar el oxígeno utilizado por la biomasa. En la práctica, otro problema ha venido siendo separar la película biológica de los granos de arena, ya que éstos son muy pequeños (típicamente entre 0,4 y 0,6 mm).

Hay, además, otros sistemas que se encuentran en la frontera entre los sistemas tradicionales anteriormente tratados. La mayor parte de estos sistemas se proponen incrementar la biomasa por unidad de volumen del reactor biológico mediante la formación de una película biológica.

La mayoría de estos sistemas alternativos están basados en un término intermedio entre un sistema de película biológica y un sistema de fango activo, de tal modo que el fango procedente de la etapa posterior a la separación se hace retornar desde de balsa posterior a la separación con el fin de establecer un cultivo de lodo, además del cultivo de película biológica existente dentro del reactor biológico. Se ha hecho, de esta forma, una tentativa de "jugar a dos bandas".

Este sistema es desfavorable debido a que:

a. La concentración de fango en la balsa de separación del fango llega a ser muy elevada, lo que lleva consigo mayores riesgos para el recipiente como consecuencia de las pérdidas de fango.

b. Las partículas de lodo presentarán un tamiz orgánico sobre la película biológica, hecho que se ha demostrado en diversos proyectos de investigación.

Una desventaja muy importante de un sistema que se base en el crecimiento de biomasa por encima y dentro de pequeños dados de caucho espumoso que se encuentran flotando dentro del reactor, es que estos dados flotan tan bien, que quedarán flotando por encima de la superficie del agua del reactor biológico y, por tanto, proporcionarán un escaso contacto entre la biomasa y el sustrato entrante. Ha demostrado ser otra desventaja esencial el hecho de que la biomasa crece únicamente sobre la superficie del dado, y no dentro del volumen de los poros, como se pretende. Esto es una consecuencia del hecho de que la película biológica situada en la superficie exterior impide el acceso del agua y del sustrato al volumen interior.

Se ha encontrado ahora que es posible evitar las desventajas esenciales de los sistemas anteriormente expuestos, en tanto que se pueden conservar al mismo tiempo las ventajas más importantes de cada uno de ellos.

Así pues, de acuerdo con la invención, se proporciona un método para la purificación del agua en el que el agua residual se suministra al interior de un reactor que contiene portadores sobre los que crecerá una película biológica y que favorece una conversión deseada de las impurezas, y este método se caracteriza porque los portadores, con la película biológica, se mantienen suspendidos y desplazándose en el agua del interior de un reactor que tiene tubos de entrada y de salida así como, opcionalmente, medios de mezcla. Los portadores son elementos en partículas que tienen una mayor superficie que elementos lisos de las mismas dimensiones. La superficie de los elementos es al menos 1,5 veces, y preferiblemente al menos 2 veces, más grande que la superficie exterior de un elemento liso de las mismas dimensiones. La densidad de los elementos es entre 0,90 y 1,20 kg/dm³, en particular entre 0,92 y 0,98 kg/dm³, y, más particularmente, entre 0,92 y 0,96 kg/dm³.

Los elementos portadores tienen una dimensión lineal de entre 0,2 y 3 cm, y particularmente de entre 0,5 y 1,5 cm. Los portadores tienen paredes que permiten un paso fácil del agua y son tales, que una parte de la superficie de los mismos está protegida contra el desgaste de la película biológica durante el uso.

El portador se prepara a partir de plástico blando, de tal modo que no se desgasta al contacto con otros portadores ni con el propio reactor con su equipo. Como se trata aquí de plástico que habrá de constituir básicamente un portador de una película de bacterias, puede utilizarse ventajosamente plástico reciclado para la preparación del portador.

El portador tiene la densidad anteriormente definida con el fin de mantenerse suspendido. Los portadores consisten en piezas de un tubo con paredes internas de separación. Tanto en las paredes exteriores como en las interiores, así como en las paredes de separación, se formará una capa de película biológica del cultivo bacteriano deseado. En general, deberá haber tantas paredes de separación como sea posible, con el fin de hacer la superficie extremadamente grande, pero, por otra parte, debe ponerse cuidado en que las aberturas existentes entre las paredes de separación no lleguen a ser tan pequeñas que estas aberturas se obstruyan. Cuando el portador tiene la forma de una pieza de tubo con paredes internas de separación, las paredes del tubo pueden comprender, de manera adecuada, dobleces hacia dentro de tal modo que la pared exterior se vea sometida a un menor rozamiento contra los otros portadores o contra el reactor durante el funcionamiento. Con ello, la película biológica situada sobre la pared exterior del portador se mantiene más intacta. Un tubo utilizado para la preparación del portador puede tener, por ejemplo, de manera adecuada, paredes internas formando una cruz. Asimismo, las paredes internas del tubo pueden confeccionarse de manera que formen una configuración de panal de abejas, aunque pueden utilizarse igualmente bien otras configuraciones que proporcionen una gran superficie y un paso fácil. Es también posible utilizar partículas con una superficie rugosa.

De la forma más adecuada, el portador es una pieza de un tubo extrudido que tiene paredes de separación según la dirección longitudinal del tubo y con "aletas" en la cara exterior. La razón por la que dicho portador resulta particularmente ventajoso es que será muy fácil de preparar, contrariamente a un portador que se prepare con otros métodos posibles, por ejemplo, por fundición en coquilla, en la que cada portador se ha de preparar de forma individual. Con vistas a la extrusión, se extruye un tubo continuamente y se corta en piezas adecuadas. Todas las paredes de separación se encontrarán entonces en la dirección longitudinal del tubo, de tal modo que, con independencia de por dónde se corte el tubo, la sección transversal será la misma.

Además del hecho de que el portador contenga paredes internas de separación, se ha encontrado ventajoso que éste contenga también "aletas" en la cara exterior, de tal modo que tendrá la forma de una pieza de un tubo extrudido que tiene paredes de separación en la dirección longitudinal del tubo, tanto por dentro como por fuera de la circunferencia o contorno del tubo. Gracias a semejante disposición, se obtiene una superficie particularmente grande con relativamente poco material, por ejemplo, plástico, en comparación con la superficie. Al igual que las superficies internas del tubo, las superficies exteriores, cerca de los lugares donde las "aletas" sobresalen del contorno del tubo, estarán también protegidas contra el desgaste sobre la película biológica durante el uso.

En el corte transversal de la Figura 1 se ilustra un tipo adecuado de portador con "aletas". Visto desde un lado, el portador parecerá un rectángulo. Ésta es casi la forma más simple concebible. En la Figura 2 se ilustra otra forma en la que el tubo tiene una sección transversal cuadrada y se ha provisto de varias paredes internas. Una modificación de esta realización se ilustra en la Figura 3, en la que las paredes internas, así como las paredes exteriores, se extienden

más allá del contorno del tubo para proporcionar las anteriormente mencionadas "aletas". Como se ilustra en la Figura 1, tales "aletas" no tienen por qué ser sólo una continuación de las paredes interiores o de las paredes exteriores, sino que pueden ser también "aletas" independientes, dispuestas entre las que se han ilustrado, por ejemplo, en la Figura 3.

El portador se utiliza en reactores para la purificación del agua mediante el suministro de una cantidad ajustada del portador dentro del reactor, y el agua que se ha de purificar se trata en el reactor por medio de la película biológica que se establece y que crecerá sobre los portadores, causando la deseada conversión de los contaminantes. De forma adecuada, se utiliza un reactor con una abertura de entrada de agua en el fondo y una abertura de salida para el agua purificada en la parte superior, pero dichas posiciones no son necesarias, particularmente en el caso de que se utilicen dispositivos de mezcla y circulación adecuados. El reactor está equipado, convenientemente, con medios de criba en los que la anchura de la malla es menor que el diámetro más pequeño del portador. Esto servirá para impedir que se escapen los portadores del reactor. Los portadores pueden ser bombeados fácilmente dentro y fuera del reactor, y el mantenimiento no requiere una interrupción del funcionamiento.

Los portadores, el uso de los mismos, el reactor y el método de acuerdo con la invención constituyen un sistema que, comparado con los sistemas previamente descritos y que se conocen con anterioridad, tiene varias ventajas:

- El volumen del reactor está completamente abierto y la superficie de crecimiento de la película biológica, que consiste en partículas sólidas y no porosas, circula del un lado a otro del reactor biológico en tanto el peso específico de las partículas sea muy cercano a $1,0 \text{ kg/dm}^3$.

- El reactor biológico puede ser cerrado por completo y el material portador quedar sumergido, lo que hace posible un contacto óptimo entre las impurezas del agua y los microorganismos situados en los portadores, así como un control completo de los posibles agentes olorosos derivados del proceso.

- El reactor biológico puede ser oxigenado por medio de aireación, lo que hace posible un ajuste correcto entre el consumo y el suministro de oxígeno. De esta forma, puede ajustarse la carga orgánica de acuerdo con la que se consume por la biomasa.

El sistema de acuerdo con la invención tiene la misma ventaja que los sistemas de fango activo en cuanto a que el reactor está abierto y, en consecuencia, no puede quedar obstruido. Por otra parte, el reactor puede tener prácticamente cualquier forma.

Una gran ventaja del presente sistema, en comparación con los otros sistemas de película biológica, es que los sistemas de fango activo existentes pueden ser reconstruidos muy fácilmente de una forma tal, que puede adaptarse el sistema de acuerdo con la invención a las instalaciones ya existentes basadas en el principio del fango activo. Dicha reconversión es muy complicada con los otros sistemas de película biológica.

La diferencia entre el presente sistema y el filtro biológico sumergido que se ha tratado anteriormente consiste, fundamentalmente, en que la superficie de crecimiento para la película biológica se hace circular, en el presente sistema, de un lado a otro del reactor biológico como consecuencia de una turbulencia pro-

vocada por la aireación o por fuerzas hidrodinámicas, en tanto que la superficie de crecimiento es, en el filtro biológico sumergido, como se ha expuesto en lo anterior, estacionaria y consiste normalmente en lascas o esquirlas de plástico corrugado pegadas entre sí formando cubos que se colocan unos sobre otros a modo de ladrillos de construcción, o en elementos o gránulos individuales situados aleatoriamente en el reactor biológico, pero siguen siendo estacionarios durante el funcionamiento del filtro biológico.

En el presente sistema no será posible la obstrucción del filtro biológico, ya que el medio de filtro biológico no es estacionario sino que se desplaza con las corrientes existentes dentro del reactor biológico. Si los dispositivos de aireación existentes dentro del reactor quedan obstruidos, resulta muy fácil extraer el medio de filtro biológico con el simple bombeo de éste al exterior. Puede bombearse de la misma manera al interior del reactor biológico cuando se inicia el proceso.

Cuando el reactor biológico se utiliza para procesos anaeróbicos, en los cuales no hay aireación, el medio del reactor biológico se somete a una agitación continua o esporádica, por ejemplo, por medio de un agitador de hélice o mediante bombeo de circulación. En consecuencia, la probabilidad de obstrucción es muy pequeña, contrariamente a cuando se utiliza un filtro biológico estacionario, en el que el riesgo de obstrucción en un sistema anaeróbico es bastante elevado. El contenido del reactor puede calentarse aquí con el fin de incrementar las velocidades de reacción en los procesos anaeróbicos.

En el presente sistema es posible decidir la superficie por unidad de volumen que se desea para el funcionamiento y, por ello, puede ajustarse el aporte de oxígeno en exacta correspondencia con el consumo de oxígeno que tiene lugar. Puede ajustarse también el aporte de oxígeno de tal manera que pueda utilizarse aire en lugar de oxígeno puro para la oxigenación. Las partículas sobre las que crece la película biológica son comparativamente grandes y no se hunden, sino que circulan o se mantienen circulando, de tal manera que puede escogerse la densidad de las partículas independientemente de la cantidad de agua deseada a través del reactor.

En el método de acuerdo con la invención, el fango no se hace retornar al reactor biológico.

Un propósito particular de la invención es obtener una mayor velocidad de desintegración del sustrato por unidad de volumen del reactor que la que se obtiene por los sistemas competidores, y obtener, con ello, menores costes por unidad de peso de sustrato desintegrado.

El propósito se consigue permitiendo que crezca la película biológica sobre el portador de acuerdo con la invención, situado dentro de un reactor a través del que fluye el agua que se ha de purificar.

Cuando ha de tener lugar un proceso biológico aeróbico dentro del reactor biológico, el contenido del reactor es aireado. A través de la aireación, los portadores se mezclan íntimamente en el volumen del reactor, y se garantiza con ello un buen contacto entre la película biológica que crece sobre los portadores y el sustrato presente en el agua residual.

Cuando ha de tener lugar un proceso anaeróbico en el reactor biológico, el contenido del reactor no se airea. Se garantiza entonces la mezcla íntima del contenido del reactor por medio de, por ejemplo, agita-

ción mecánica (agitador de hélice) o por bombeo de circulación del contenido del reactor.

Normalmente, los portadores quedarán retenidos en el reactor cuando el agua fluya fuera del reactor a través de medios de criba con orificios con un paso menor que la sección transversal de los portadores. Para usos especiales, por ejemplo, en la eliminación biológica del fósforo, será posible dejar que los portadores sigan al agua y abandonen el reactor para ser separados después y devueltos al reactor. Esto se hace, en su caso, para dejar que la película biológica que crece en los portadores fluya a través tanto de un reactor aeróbico como de uno anaeróbico.

Los reactores pueden estar totalmente cerrados de una forma prefabricada tanto para procesos aeróbicos como anaeróbicos. Esto hace posible controlar completamente el olor que puede producirse en el reactor. Tanto cuando el reactor se utiliza en procesos aeróbicos como cuando se emplea en procesos anaeróbicos, los gases de escape originados en el proceso son capturados y conducidos lejos. En los procesos aeróbicos, los gases de escape consisten fundamentalmente en dióxido de carbono y en pequeñas cantidades de otros gases que se dejan escapar al aire exterior, opcionalmente tras una desodorización independiente. En los procesos anaeróbicos, los gases residuales consisten principalmente en metano y dióxido de carbono con pequeñas cantidades de otros gases. Este gas biológico tiene un alto poder calorífico y puede utilizarse, en consecuencia, para la generación de energía.

Cuando la invención se utiliza para modernizar plantas de purificación ya existentes, el reactor estará normalmente abierto, ya que pueden utilizarse entonces las balsas o recipientes ya disponibles (por ejemplo, los depósitos de aireación de las instalaciones de fango activo).

La cantidad de portadores en el reactor puede variar de acuerdo con el campo de uso y con el volumen del reactor disponible. Normalmente, la cantidad será tal, que los portadores ocupen, dentro de un depósito vacío, entre el 30% y el 70% del volumen del reactor. Sin embargo, la cantidad puede ajustarse para la carga de sustrato con la que se pretende que trabaje el reactor. De esta forma, la cantidad puede decidirse por la capacidad de oxigenación del reactor.

Los tres valores más importantes que se han de decidir a la hora de dimensionar el reactor biológico son el volumen del reactor, el número de portadores por unidad de volumen y la cantidad de oxígeno que se ha de suministrar (en el caso de un reactor aeróbico). El reactor de la invención para la purificación aeróbica, anóxica o anaeróbica del agua comprende medios de entrada y de salida, y un gran número de portadores según se ha descrito en lo anterior, de tal modo que el volumen de los portadores representa, en un reactor vacío, entre el 30% y el 70% del volumen del reactor, así como medios para suspender y desplazar los portadores dentro del reactor.

El propio reactor puede ser construido de cualesquiera materiales relevantes, si bien los reactores prefabricados y cerrados estarán contruidos por lo común de acero o GAP, en tanto que los reactores abiertos estarán contruidos normalmente de hormigón o acero.

El fango de película biológica puede ser separado aguas abajo del reactor biológico por cualquiera de las técnicas relevantes de separación de partículas,

como, por ejemplo, la sedimentación, la flotación, la filtración y la técnica de membrana.

Como se ha descrito generalmente en lo anterior, el reactor biológico puede ser utilizado en todas las técnicas de purificación que se basen en la degradación biológica de una sustancia que se ha de eliminar.

Sin embargo, los campos más comunes de uso pueden ser:

* Eliminación de una sustancia orgánica del agua residual por medio de una reacción aeróbica.

* Eliminación de una sustancia orgánica en aguas negras orgánicas concentradas, por medio de una reacción anaeróbica.

* Supresión del amonio mediante la oxidación en nitrito y en nitrato a través de una reacción aeróbica (nitrificación).

* Eliminación del nitrógeno por reducción del nitrito y del nitrato a gas nitrógeno a través de una reacción (desnitrificación) anaeróbica (anóxica).

* Eliminación del fósforo a través de una reacción aeróbica/anaeróbica.

La invención proporciona las siguientes ventajas en la purificación de aguas residuales:

* El reactor biológico de acuerdo con la invención requiere un volumen de reactor más pequeño para eliminar una unidad de peso dada de contaminante (sustancia orgánica, amonio, etc.) que las disposiciones existentes tradicionales, ya que la biomasa por unidad de volumen es más alta.

* En una forma prefabricada, el presente reactor biológico está habitualmente cerrado con el fin de obtener un mejor control de los posibles gases olorosos que en las soluciones tradicionales.

* En la realización aeróbica existe una mayor posibilidad que en los sistemas tradicionales de ajustar el aporte de oxígeno de acuerdo con las necesidades de oxígeno.

* Debido a la gran superficie de contacto entre la biomasa y el aire suministrado, hay razones para creer que el oxígeno se utiliza mejor en el presente reactor que en las instalaciones de fango activo tradicionales. Esto lleva consigo una necesidad reducida de aire y, en consecuencia, menores costes energéticos para hacer funcionar el presente reactor, en comparación con los sistemas de fango activo.

* El reactor tendrá aproximadamente el mismo diseño tanto para sistemas aeróbicos como anaeróbicos. Como resultado de ello, es posible reconvertir fácilmente un sistema aeróbico en un sistema anaeróbico y viceversa. Esto constituye una especial ventaja para los sistemas que requieren tanto una etapa aeróbica como una etapa anaeróbica, por ejemplo, los sistemas para la eliminación biológica de nitrógeno y de fósforo.

* Comparada con los filtros biológicos sumergidos que tienen una superficie de crecimiento estacionaria para la película biológica, la superficie de crecimiento para la película biológica que se anticipa aquí resulta mucho más fácil de retirar del recipiente o vasija del reactor, lo que simplifica la limpieza, la inspección y el mantenimiento tanto de la vasija del reactor como del sistema de aireación, y reduce los riesgos de obstrucción del medio de superficie de crecimiento.

* Las plantas de purificación biológica existentes que se basan en el fango activo pueden incrementar muy fácilmente su capacidad cuando se emplean los reactores existentes en el sistema de la invención.

En la Figura 4 se ha ilustrado un reactor sencillo y en ella el reactor 1 es un cilindro que contiene portadores para la película biológica. En la abertura de salida 5 para el agua purificada, el reactor está equipado con unos medios de criba 3. El agua se aporta al interior a través de un tubo situado en el fondo del recipiente 4, y el gas de escape se deja salir al exterior a través de un tubo situado en la parte superior 6. Puede impedirse la formación de espuma por medio de un sistema rociador 7 que puede rociar agua sobre la superficie.

La Figura 5 ilustra el reactor equipado con medios 8 para la mixtura de aire, que suministran aire a través de una conducción 9. Este reactor está destinado a procesos aeróbicos.

Las Figuras 6 y 7 ilustran reactores equipados con medios agitadores para uso en procesos anaeróbicos, pero que, por lo demás, son similares al reactor de la Figura 1. En la Figura 6, los medios agitadores consisten en un agitador de hélice 10 accionado por motor, y, en la Figura 7, en una bomba de circulación 11 dispuesta en un tubo de circulación 12 adosado.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la purificación de agua en el que se permite fluir agua residual a través de un reactor que contiene portadores en los que ha de crecer una película biológica que favorece una conversión deseada de impurezas, **caracterizado** por utilizar portadores que son elementos en partículas que han sido preparados a partir de un plástico blando, opcionalmente plástico reciclado, y que se dan con la forma de piezas de un tubo con paredes internas de separación, de tal modo que los portadores tienen:

a) una superficie que es al menos 1,5 veces más grande que la superficie exterior de un elemento liso de las mismas dimensiones, y

b) una densidad comprendida en el intervalo entre 0,90 y 1,20 kg/dm³, normalmente entre 0,92 y 0,98 kg/dm³, y particularmente entre 0,92 y 0,96 kg/dm³, y

c) una parte de la superficie protegida contra el desgaste de la película biológica durante el uso, y

d) paredes que permiten un paso fácil del agua, y

e) dimensiones lineales comprendidas en el intervalo entre 0,2 y 3 cm, particularmente entre 0,5 y 1,5 cm,

en el que los portadores con la película biológica se mantienen suspendidos y desplazándose en el agua contenida en un reactor, con medios de entrada y de salida, y, opcionalmente, medios de mezcla; y en el cual el fango que abandona el reactor no se hace retornar al reactor.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por utilizar portadores que tienen una superficie que es al menos 2 veces más grande que la superficie exterior de un elemento liso de las mismas dimensiones.

3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 ó la reivindicación 2, **caracterizado** por utilizar portadores que son piezas de un tubo de plástico extrudido.

4. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado** por utilizar portadores que son piezas de un tubo extrudido que tiene paredes de separación en la dirección longitudinal del tubo, dentro de la circunferencia o contorno, así como aletas situadas en el exterior, en la dirección longitudinal.

5. Un reactor (1) para la purificación aeróbica, anóxica o anaeróbica del agua, que comprende medios de entrada (4) y de salida (5, 6), y **caracteriza-**

do porque contiene un gran número de portadores (2) para película biológica, de tal modo que dichos portadores son elementos de plástico en partículas que han sido preparados a partir de un plástico blando, opcionalmente plástico reciclado, y que se dan con la forma de piezas de un tubo con paredes internas de separación, de tal modo que dichos portadores tienen:

a) una superficie que es al menos 1,5 veces más grande que la superficie exterior de un elemento liso de las mismas dimensiones, y

b) una densidad comprendida en el intervalo entre 0,90 y 1,20 kg/dm³, normalmente entre 0,92 y 0,98 kg/dm³, y particularmente entre 0,92 y 0,96 kg/dm³, y

c) una parte de la superficie protegida contra el desgaste de la película biológica durante el uso, y

d) paredes que permiten un paso fácil del agua, y

e) dimensiones lineales comprendidas en el intervalo entre 0,2 y 3 cm, particularmente entre 0,5 y 1,5 cm,

de tal modo que el volumen de los portadores en un reactor vacío representa entre el 30% y el 70% del volumen del reactor, así como medios para suspender y desplazar dichos portadores dentro del reactor.

6. Un reactor de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado** porque los portadores son piezas de un tubo de plástico extrudido.

7. Un reactor de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque los portadores son piezas de un tubo extrudido que tiene paredes de separación en la dirección longitudinal del tubo, dentro de la circunferencia o contorno, así como aletas situadas en el exterior, en la dirección longitudinal.

8. Un reactor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizado** porque comprende unos medios de criba (3) destinados a separar los portadores del líquido en la salida (5).

9. Un reactor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, destinado a la purificación aeróbica de agua y **caracterizado** porque comprende medios (8) para la mixtura de aire que se alimentan con aire a través de una entrada (9) de aire.

10. Un reactor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, destinado a la purificación anaeróbica de agua y **caracterizado** porque comprende medios de mezcla en forma de un agitador mecánico (10) o una bomba de circulación (11).

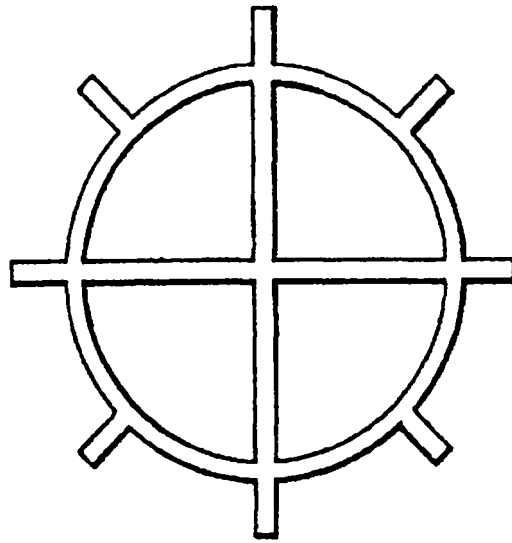


Fig.1

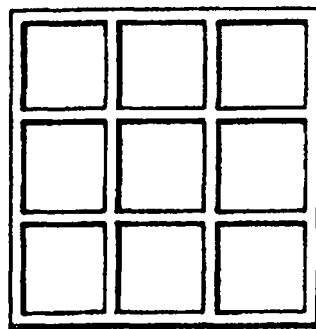


Fig.2

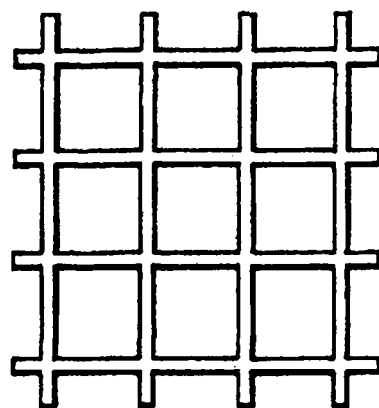


Fig.3

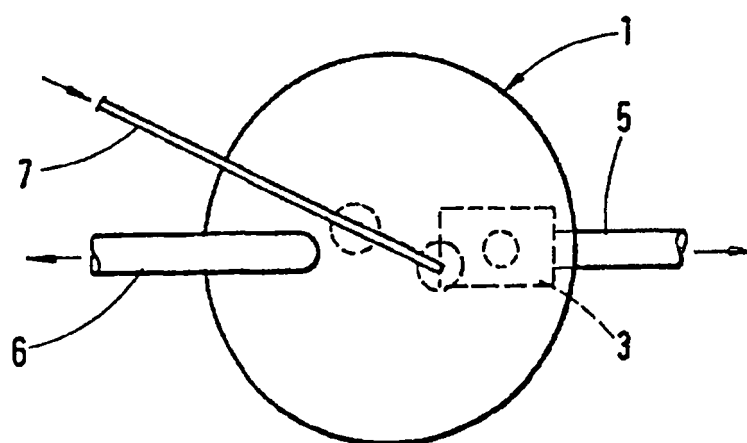
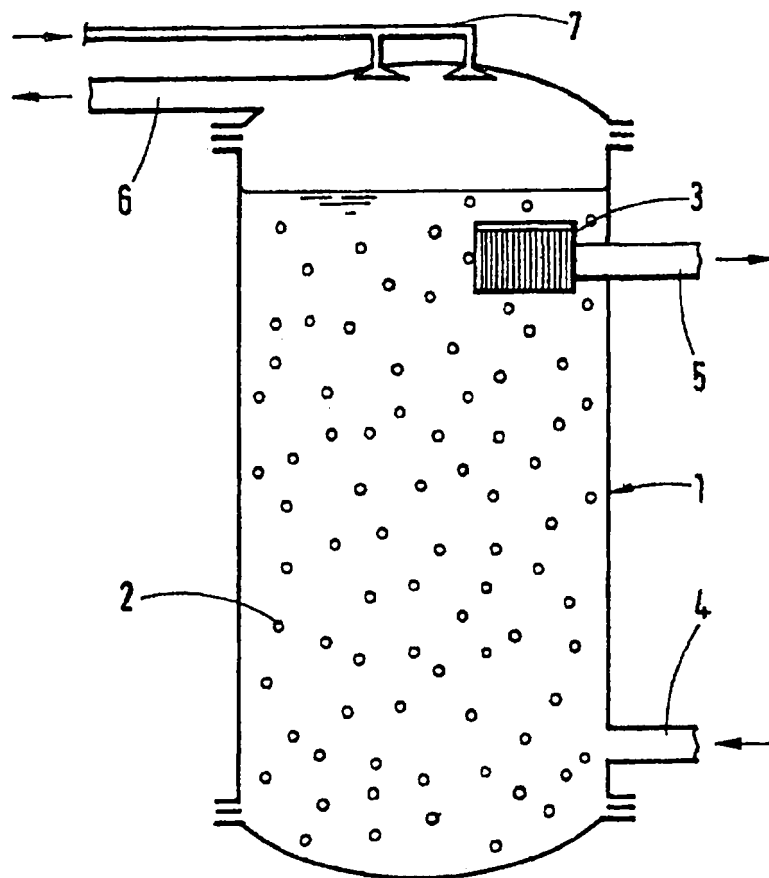


Fig.4

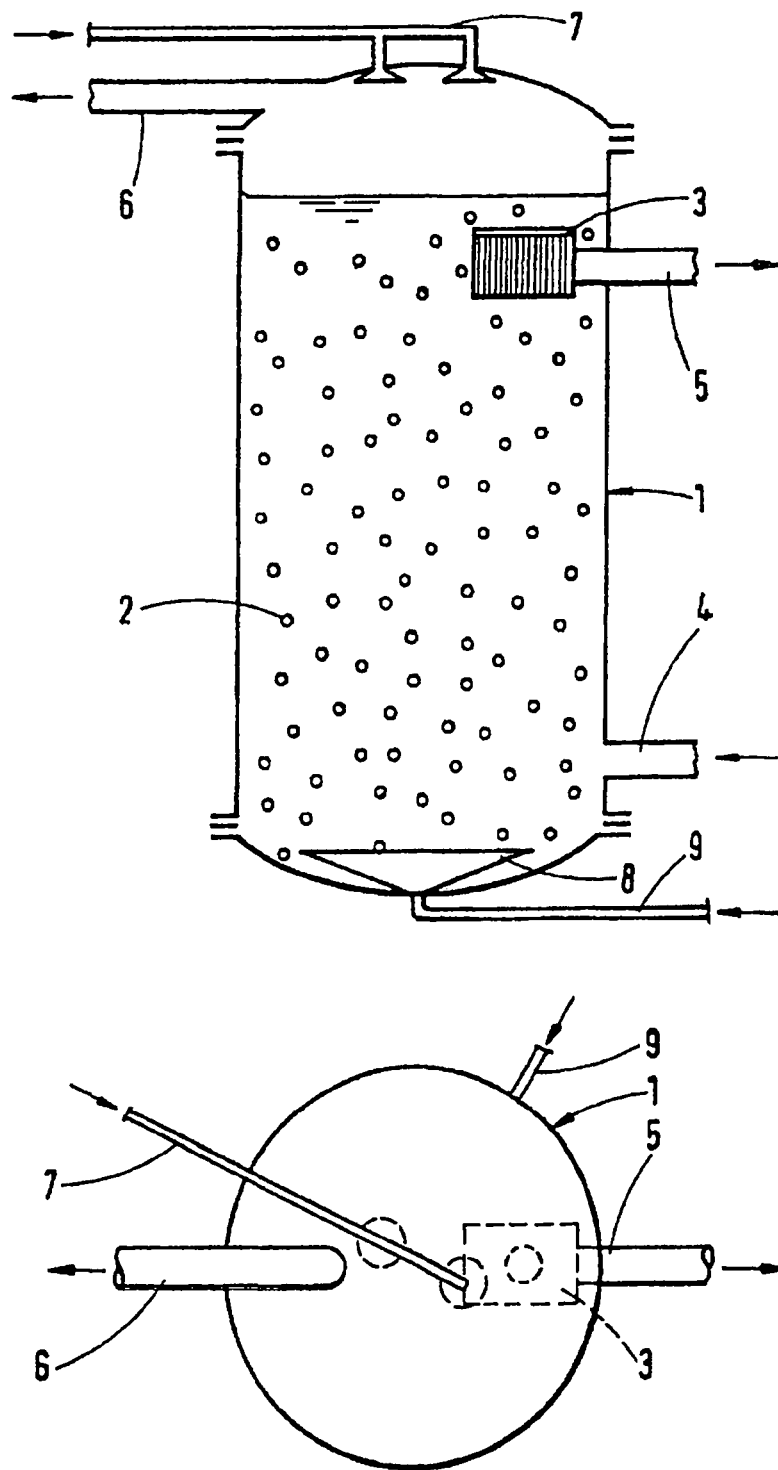


Fig.5

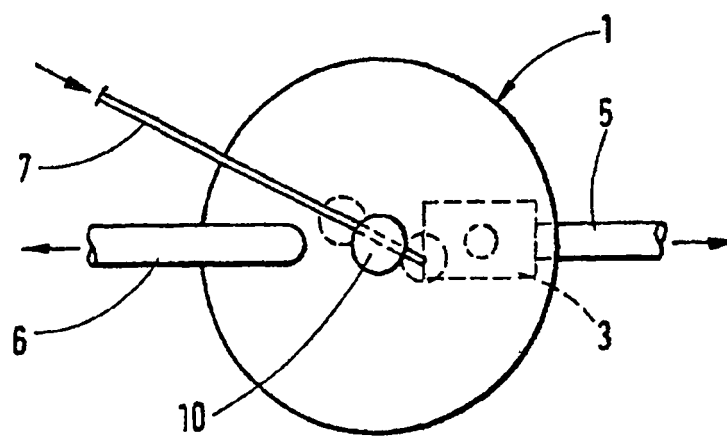
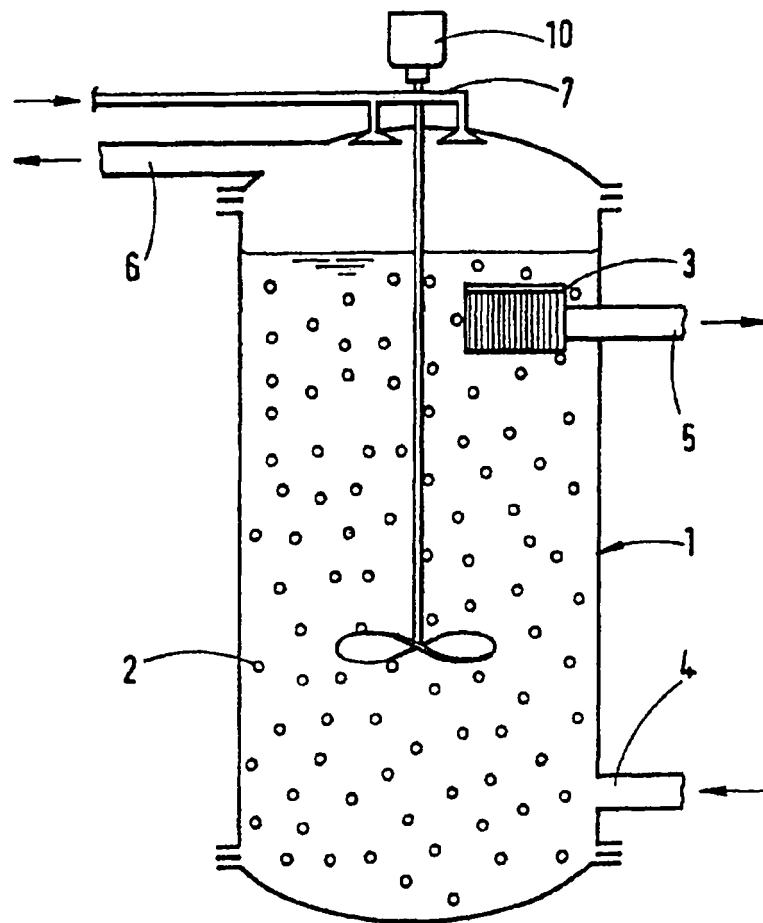


Fig.6

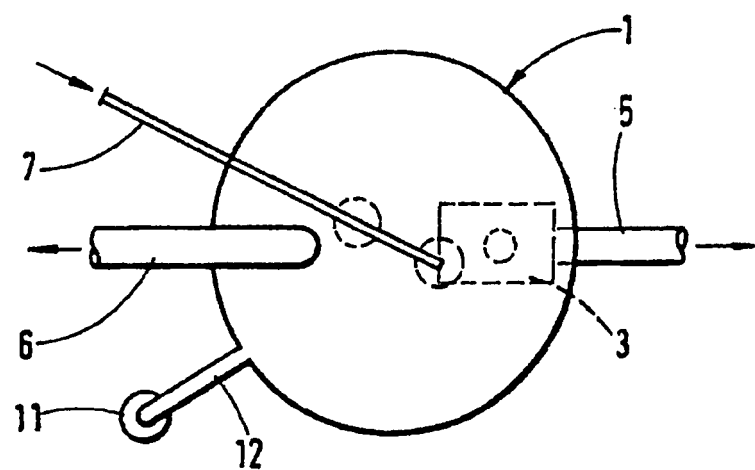
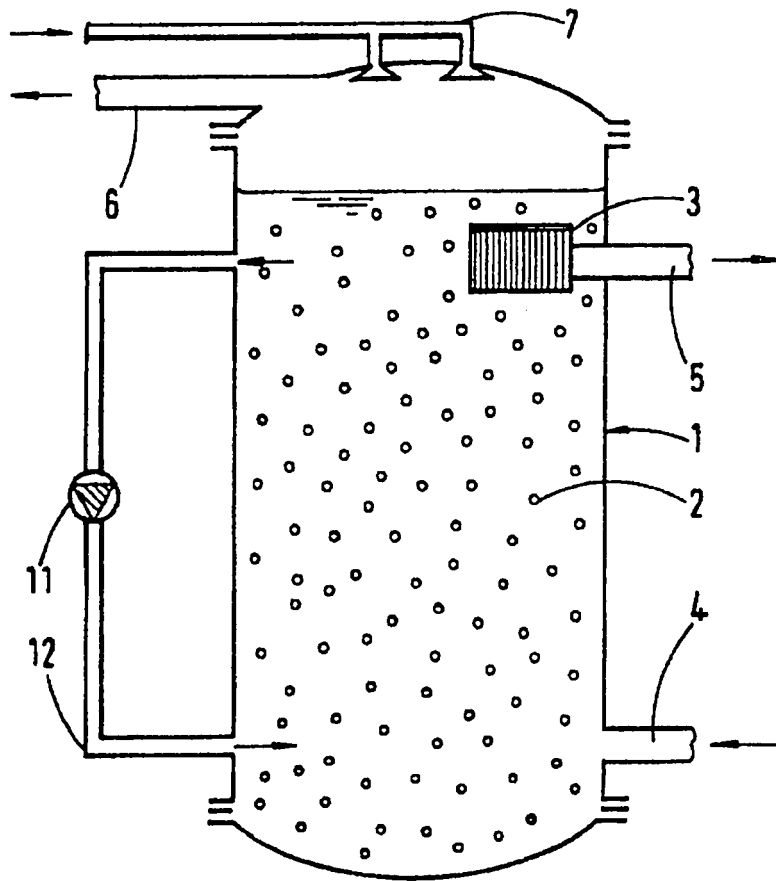


Fig.7