



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① N.º de publicación: **ES 2 071 593**

② Número de solicitud: 9302704

⑤ Int. Cl.⁶: C02F 3/02

C02F 11/12

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **16.12.93**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.06.95**

⑬ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
16.06.95

⑦ Solicitante/es: **Universidad de Cantabria
Avda. de Los Castros, s/n
39005 Santander, ES**

⑦ Inventor/es: **Tejero Monzón, Ignacio y
Amieva del Val, Juan José**

⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Sistema de depuración de aguas residuales y de los fangos producidos mediante procesos de biopelícula extraíble.**

⑤ Resumen:

El invento consiste en un reactor biopelícula de depuración de aguas residuales; donde se provoca, artificialmente, la purga de fango, por extracción directa desde el reactor, junto con su soporte. El sistema trabaja, en todo momento, en régimen transitorio y controlado de crecimiento de la biomasa.

El fango, extraído en su propio soporte, puede ser dejado escurrir y evaporar, consiguiendo una deshidratación primero y una desecación después; o bien, digerido aerobia o anaerobiamente. Estos tratamientos permiten la reutilización o evacuación directa del fango.

Así, puede ser eliminado el proceso complementario de separación sólido-líquido, normalmente necesario aguas abajo de los reactores biopelícula.

El sistema es aplicable a diferentes procesos biopelícula, como: Contactores Biológicos Rotativos, Lechos Bacterianos, Lechos Fluidizados, Lechos Expandidos, Biofiltros aireados y Lechos Sumergidos Aireados.

Se presenta como ejemplo la solución para un contactor biológico rotativo y algunos resultados de explotación.

DESCRIPCION

El presente invento consiste en un sistema de depuración de aguas residuales y de los fangos producidos, basado en un proceso biopelícula extraíble, con extracción y posterior tratamiento, junto con el soporte, del fango en exceso.

De este modo, el proceso estará, continuamente, trabajando en régimen transitorio, obteniéndose el máximo crecimiento posible de biomasa.

Por estos motivos, se puede evitar la construcción de un decantador secundario. Por lo que, se simplifica el proceso de tratamiento de fango.

Introducción

Los procesos Biopelícula pueden incluirse entre los sistemas de depuración biológica de aguas residuales. Cuando el proceso es aerobio, la depuración se produce mediante un mecanismo de aportación de aire (Oxígeno) y alimento (Agua residual). Los microorganismos que aporta el agua residual se adhieren a la superficie del soporte, creciendo y colonizándose; formando, en definitiva, una biopelícula o película biológica.

Entre los sistemas biopelícula de depuración de aguas más importantes, podemos mencionar: los Contactores Biológicos Rotativos, los Lechos Bacterianos, los Lechos Expandidos y los Lechos Sumergidos Aireados.

Al entrar en contacto el agua residual con el medio soporte, los microorganismos que contiene la biopelícula asimilan el sustrato, depurando el agua residual. Esto trae como consecuencia un aumento gradual de la biopelícula sobre el soporte, normalmente, para la eliminación de materia orgánica carbonosa varía entre 2 y 6 mm de espesor.

En algunos procesos biopelícula, conforme la biopelícula aumenta de espesor, los nutrientes del agua residual (que se metabolizan en las capas más externas) no llegan hasta los microorganismos de las capas más internas de la biopelícula. Estos pasan a la fase de respiración endógena, perdiendo su capacidad de adherencia al medio soporte. Este fenómeno produce un desprendimiento masivo de biopelícula al agua residual (Lechos bacterianos tradicionales).

En estos procesos biopelícula el exceso de biomasa del sistema es extraído desde la biopelícula bien por erosión, debido al esfuerzo cortante al que está sometida (velocidad de flujo o movimiento de rotación) como ocurre en lechos bacterianos modernos y Contactores biológicos rotativos; o bien, por abrasión, al chocar un soporte con otro (Lechos fluidizados); llegándose, incluso, a realizar una operación específica de lavado con aire y agua, tal como ocurre en biofiltros aireados, lechos expandidos y lechos aireados sumergidos.

Como se puede observar, en general, en los procesos biopelícula el exceso de biomasa (purga de fangos) se desprende desde la biopelícula y es arrastrado por el agua fuera del sistema. Es decir, en muchos procesos biopelícula, las variables tiempo de retención celular y espesor de la biopelícula no son controlables.

Para separar el fango del agua residual tratada, los procesos biopelícula necesitan, aguas abajo, un sistema complementario, generalmente

un decantador secundario.

Lo que se pretende en el presente invento es realizar la purga de fangos mediante la extracción de una parte de los soportes junto con la biopelícula adherida e inmediata reposición de soportes limpios (sin biopelícula), pudiéndose reutilizar los anteriormente usados.

Modo de operar

En el invento, antes de que exista desprendimiento del fango, se extrae una parte del soporte con la biopelícula adherida. Dicho soporte puede corresponder a la biopelícula de mayor crecimiento, o a la sometida a la mayor carga orgánica, o a la de mayor espesor o de espesor superior a uno dado, etc. En el lugar donde se realiza la extracción se coloca otro soporte de iguales características.

Hay varias maneras de proceder tras la extracción del soporte con biopelícula. Así, el soporte extraído puede:

.. *SUSTITUIRSE*, en cualquier parte del reactor, por un nuevo soporte, igual que el anterior, pero limpio (sin biopelícula) en el mismo lugar del extraído, para mantener la superficie constante;

.. Sustituirse por el soporte restante de mayor biopelícula, mediante *AVANCE*, hacia aguas arriba, del resto de los soportes e introducción del soporte limpio en el último lugar.

Como consecuencia de estas extracciones de biomasa, disminuye la cantidad de microorganismos en el reactor. Al mantenerse constante la carga contaminante afluente, aumenta la proporción entre la materia orgánica y el número de microorganismos presentes. En este momento, el soporte sustituido o avanzado hasta el lugar más cercano al afluente, según el caso, comienza una fase de crecimiento rápido de su biopelícula.

Debido a la poca capacidad de depuración inicial de la etapa sustituida, o avanzada; puede llegar mayor concentración de alimento a los soportes posteriores. Estos son, en este momento, los encargados de la depuración del agua afluente hasta que el nuevo soporte tenga una cantidad de microorganismos suficiente. Este proceso se realiza cada vez que se extrae un soporte del reactor.

El fango extraído, unido al soporte, puede ser tratado de diversas maneras:

1°) *Por vía seca*: dejando escurrir y evaporar. Se logra una deshidratación primero y una posterior desecación;

o bien,

2°) *Por vía húmeda*: por digestión aerobia o anaerobia, dejando la biopelícula en un depósito de agua sin nutrientes. Se consigue una mineralización del fango.

Ambos tratamientos permiten la reutilización o evacuación directa del fango. Así, puede ser eliminado el proceso complementario de separación sólido-líquido, normalmente necesario aguas abajo de los reactores biopelícula.

Ventajas del proceso

1.- Se consigue controlar el tiempo de retención celular, mediante las extracciones o purgas artificiales del fango.

2.- Se controlan las poblaciones biológicas en el sistema, evitando la proliferación y desarrollo de especies nocivas o de peor rendimiento de depuración.

3.- Se controlan los espesores de la biopelícula.

4.- Se evitan los desprendimientos masivos de la biopelícula, al eliminar artificialmente las de mayor espesor.

5.- Se minimizan los problemas de atascamiento en los procesos biopelícula, por el excesivo crecimiento de la biopelícula.

6.- Se controlan los posibles problemas de flujo de nutrientes, de oxígeno y de subproductos, ocasionados por el excesivo crecimiento de la biopelícula.

7.- Se logra sobrepasar las cargas orgánicas de cabecera de ciertos procesos biopelícula, que viene limitado por crecimientos excesivos de biopelícula y los consiguientes problemas de funcionamiento.

8.- Se consigue reducir la concentración de sólidos suspendidos en el efluente del reactor al evitar los desprendimientos masivos de biopelícula.

9.- Se puede llegar a eliminar o simplificar el proceso de separación sólido-líquido posterior a los reactores biopelícula.

10.- Se consigue eliminar el espesamiento de los fangos biológicos, al perder el agua los fangos purgados por escurrimiento del soporte extraído.

11.- El proceso de estabilización se obtiene por desecación del fango en el propio soporte, siendo máximo la higienización del mismo (Proceso denominado: P.F.R.P., Pathogen Fully Reduction Processes) y quedando muy simplificado el proceso.

12.- El proceso de deshidratación del fango es el mismo que el de estabilización, es decir, la desecación, por lo que no son necesarios los sistemas clásicos de deshidratación mecánica o natural.

13.- En algunos sistemas, se maximiza el aprovechamiento de la capacidad de oxigenación (por ejemplo, la correspondiente a la última etapa de un sistema RBC)

14.- La producción específica del fangos es mayor que en los sistemas convencionales, al conseguir obtener un proceso biopelícula de alta carga. Ejemplo

Se describe el modo de proceder con la extracción para un sistema biopelícula de Contactores Biológicos Rotativos (R.B.C.) o Biodiscos. En este caso, el soporte a eliminar está constituido por una etapa completa de biodiscos, disponiendo el sistema de Biodiscos de varias etapas en serie.

Descripción de la planta piloto

Una planta piloto construida en metacrilato. Cuatro etapas de doce discos, dispuestos paralelamente al flujo de agua residual; de 0.18 m de diámetro cada una, con una superficie total de 2.44 m².

El volumen de cada etapa de biodiscos es de 2.1 l, con un volumen total de 8.4 l. El volumen específico de la planta es de 3.44 l/m².

Los discos son accionados por un motor y una cadena que hace girar las ruedas dentadas de cada eje de discos. La velocidad de giro durante la experimentación es de 16 rpm (Velocidad tangencial de 0.15 m/s).

Línea de agua residual

La alimentación, a la planta piloto, se realiza con agua residual artificial. Los caudales son regulados por bombas dosificadoras de líquidos. Dependiendo del caudal de estas bombas se obtienen las cargas orgánicas, cargas hidráulicas y concentraciones de sustrato deseados para el estudio.

Las concentraciones de materia orgánica expresadas en DQO estudiadas varían desde 100 a 1600 mg/l. Las cargas orgánicas varían desde 8.2 hasta 65.6 g DQO/m²d.

Los caudales de alimentación del agua residual afluente son: 50, 100, 200 y 400 l/d. Por lo que, los tiempos de retención hidráulicos se corresponden con: 4, 2, 1 y 0.5 horas. Y, por lo tanto, las cargas hidráulicas a: 20.5, 41, 82 y 164 l/m²d.

Línea de fango

En la planta piloto de RBC la "sustitución" de la etapa se realiza extrayendo el paquete de discos con mayor cantidad de biomasa y colocando en su lugar otro paquete de discos sin biopelícula. El "avance" se realiza en sentido contrario al flujo del agua; colocando en la última etapa el paquete de discos limpio.

Al extraer, de cualquier de las maneras mencionadas, una etapa de biodiscos, se extrae una cantidad de biomasa. En el momento de esta extracción se puede observar lo siguiente:

1° El rendimiento de depuración en esta etapa disminuye considerablemente. Las restantes etapas se encargan de que el rendimiento total de la depuración no disminuya.

2° Mayor crecimiento de la biopelícula en las etapas que permanecen en la planta piloto y un rápido crecimiento de la nueva etapa.

El fango extraído se seca, al aire, unido al soporte.

Resultados

Los resultados que se obtienen en el estudio del nuevo proceso en la planta piloto, son:

- Rendimientos de eliminación de materia orgánica carbonosa soluble superiores al 90%, para cargas comprendidas entre 8 y 33 g DQO/m²d; y rendimientos del 83% para cargas orgánicas de 66 g DQO/m²d.

- Sobrecargas en la primera etapa de 260 g DQO/m²d sin problemas de funcionamiento.

- Rendimientos superiores al 60% en eliminación de Nitrógeno Amoniacal, para cargas comprendidas entre 0.7 y 2.8 expresados en g N-NH₄⁺/m²d; a pesar de la elevada eliminación de carga orgánica carbonosa.

- Los sólidos suspendidos en el efluente no decantado, están por debajo de 25 mg/l

para el método de avance.
- La sequedad del fango de la biopelícula, en la etapa extraída, alcanza valores del 90%

de materia seca con 48 horas de secado ambiente.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Sistema de depuración de aguas residuales y de los fangos producidos mediante procesos de biopelícula extraíble, que se **caracteriza** porque la purga de biomasa (fango) en exceso se realiza artificialmente, mediante la extracción de parte del medio soporte y su biopelícula adherida, lo que permite un control sobre el espesor de la biopelícula y el tiempo de retención celular.

2. Sistema de depuración de aguas residuales y de los fangos producidos mediante procesos de biopelícula extraíble, de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por no disponer de proceso de separación sólido-líquido posterior al reactor (generalmente, una decantación secundaria).

3. Sistema de depuración de aguas residuales y de los fangos producidos mediante procesos de biopelícula extraíble, de acuerdo con la reivindicación 1, y **caracterizado** por deshidratar el fango biológico extraído por escurrimiento sobre

el soporte.

4. Sistema de depuración de aguas residuales y de los fangos producidos mediante procesos de biopelícula extraíble, de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 5, **caracterizado** por estabilizar el fango (reducir los patógenos, eliminar los olores desagradables y reducir, inhibir o eliminar su potencial de putrefacción) biológico extraído por desecación sobre el soporte.

5. Sistema de depuración de aguas residuales y de los fangos producidos mediante procesos de biopelícula extraíble, de acuerdo con las reivindicaciones 1, **caracterizado** por estabilizar el fango (reducir los patógenos, eliminar los olores desagradables y reducir, inhibir o eliminar su potencial de putrefacción) biológico por vía aerobia o anaerobia sobre el soporte.

6. Sistema de depuración de aguas residuales y de los fangos producidos mediante procesos de biopelícula extraíble, de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 5, **caracterizado** por no disponer de proceso de espesamiento de fangos biológicos.

25

30

35

40

45

50

55

60

65



INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.⁶: C02F 3/02, 11/12

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X Y	EP-201924-A (WATER ENGINEERING AND PLANT CONSTRUCTION), 20.11.86 * Columna 12, líneas 23-35 *	1 1-5
X	ES-2032234-A (JAUBERT, J.), 16.01.93 * Página 3, líneas 22-23 *	1
X	EP-279719-A (BURGEAP), 24.08.88 * Columna 1, líneas 60-63; columna 2, líneas 1-13 *	1
X	ES-8205185-A (BIOSISTEMAS), 1982 * Página 6, líneas 16-19; página 7, líneas 21-25 *	1
X	ATLAS, R.M. & BARTHA, R.; Microbial Ecology: Fundamentals and applications. Addison-Wesley, 1981 * Página 398, 1ª columna, líneas 11-18; pág. 403, 2ª columna, líneas 3-13 *	1
Y	EP-458221-A (GREEB, H.), 27.11.91 * Columna 1, líneas 18-38 *	1-5
A	WO-9215667-A (MEMTEC LIMITED), 17.09.92 * Página 5, líneas 2-14 *	1
A	WO-9111396-A (KALDNES MILJOTEKNOLOGIAS), 08.08.91 * Página 4, líneas 16-19 *	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe

04.05.95

Examinador

Fco. J. Haering Pérez

Página

1/2



INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.⁶: C02F 3/02, 11/12

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US-3227429-A (RENZI, P.N.), 04.01.66 * Columna 10, líneas 5-9 *	1
A	US-2200581-A (PRÜSS, M. & BLUNK, H.), 14.05.40 * Página 2, columna 2, líneas 11-16 *	1
A	US-2051727-A (LEVINE, M.; GALLIGAN, W.E. & LUEBBERS, R.H.), 18.08.36 * Página 1, columna 2, líneas 13-21 *	1
A	US-1939924-A (SCHIMRIGK, F.), 19.12.33 * Página 1, columna 1, líneas 37-40 *	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe

04.05.95

Examinador

Fco. J. Haering Pérez

Página

2/2