



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 128 962**

② Número de solicitud: 009700065

⑤ Int. Cl.⁶: C02F 3/10

B01J 19/30

B01J 19/32

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **27.12.1996**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.05.1999**

Fecha de concesión: **30.11.1999**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **01.04.2000**

⑮ Fecha de publicación del folleto de patente:
01.04.2000

⑰ Titular/es: **Universidad de Cantabria.
Avda. de los Castros s/n
39005 Santander, Cantabria, ES**

⑱ Inventor/es: **Tejero Monzón, Juan Ignacio y
Santamaría Díez, Cecilio**

⑳ Agente: **No consta**

㉑ Título: **Proceso de tratamiento biológico de aguas basado en biopelícula sobre soporte de diseño específico.**

㉒ Resumen:

Proceso de tratamiento biológico de aguas basado en biopelícula sobre soporte de diseño específico. El soporte consiste en mallas o redes de tal manera que no coincidan los nudos de una con los de las más próximas y con luz entre 1 y 30 mm. y preferentemente entre 3 y 12 mm. El soporte se coloca en el reactor biopelícula en forma de lecho fijo ordenado, lecho de relleno aleatorio formado por piezas en suspensión. El proceso se puede completar con decantador secundario que puede incorporar el mismo tipo de soporte para mejorar la decantación.

El proceso se aplica a la eliminación de materia orgánica carbonosa, nitrógeno amoniacal, nitratos y fósforo del agua, mediante la utilización de fenómenos anaerobios, anóxicos y aerobios para lo que el reactor incorpora aireación.

ES 2 128 962 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el artº 37.3.8 LP.

DESCRIPCION

Proceso de tratamiento biológico de aguas basado en biopelícula sobre soporte de diseño específico.

Estado de la técnica

Existen variedades tipológicas de procesos biopelícula (lechos bacterianos, contactores biológicos rotatorios (RBC), lechos sumergidos, biofiltros aireados, lechos fluidizados,...). La gran ventaja de estos procesos frente a los de fangos activos es la no-dependencia de las características de sedimentación de la biomasa y la posibilidad de alcanzar elevadas concentraciones de biomasa en el reactor. En general el mayor inconveniente puede ser la posibilidad de obstrucción y atascamiento de los soportes.

Muchos soportes de biopelícula han sido diseñados para maximizar la superficie específica del mismo, pero cuando crece la biopelícula esta no crece e incluso no puede crecer en todos los puntos del soporte lo que hace que la superficie específica de la biopelícula sea menor que la del soporte. En otros casos la luz libre de los huecos del soporte puede hacer que al crecer la biopelícula, se produzca el contacto de dos biopelículas opuestas anulándose así la superficie de biopelícula activa para la depuración. En algunos casos las condiciones hidrodinámicas del flujo sobre la biopelícula o soporte facilitan el crecimiento y acumulación excesivos de las biopelículas produciendo el atascamiento de los lechos. Por otra parte las condiciones de alimentación pueden producir altas cargas orgánicas aplicadas en puntos concretos de los lechos de material soporte lo que puede ayudar al crecimiento excesivo de la biopelícula en dichos puntos y a la consiguiente obstrucción de los lechos. En lechos granulares el crecimiento de la biopelícula sobre gránulos próximos puede unir varios gránulos, formando bolos que reducen la superficie de biopelícula activa. Este hecho se intenta evitar con lavados periódicos del material soporte.

En algunos procesos biopelícula aerobios se ha adoptado la solución de disolver el oxígeno en la corriente de agua, para así poner en contacto este agua con la biopelícula. En este caso la configuración del soporte no ha sido activa en la transferencia de oxígeno para la reacción de oxidación biológica. Por otra parte la aireación de los lechos soporte ha podido provocar el movimiento y flotación de material soporte al atrapar éste (obstruida con biopelícula) grandes bolsas de aire.

Así, los objetivos de la presente invención han sido entre otros conseguir un soporte que cumple las siguientes condiciones.

- La superficie específica de la biopelícula debe ser mayor que la superficie específica del material soporte.
- Debe maximizarse la superficie específica de la biopelícula
- Se deben reducir al mínimo las superficies inactivadas por el crecimiento de la biopelícula.

- El tamaño de los huecos del material soporte debe ser mayor que dos veces el espesor de la biopelícula separada.
- El material soporte debe diseñarse como un buen relleno de contacto para el líquido, lo que facilitará el crecimiento de la biopelícula sobre el mismo al llegar a todos los puntos de la superficie del soporte los microorganismos y sus nutrientes. Así mismo debe facilitar la buena distribución del flujo en todo el soporte.
- La hidrodinámica de los flujos líquidos y/o gases debe permitir la existencia de cortantes adecuados sobre la superficie de la biopelícula que permitan controlar el espesor máximo de la misma, así como campo de velocidades que eviten el atascamiento del material soporte.
- El proceso debe permitir distribuir adecuadamente la carga orgánica (puntualmente aplicada) en todo el material soporte, así como las concentraciones de sustrato, nutrientes e impurezas.
- Sería deseable no tener que proceder a lavados periódicos del material soporte.
- En procesos aerobios el soporte debería ser activo en la transferencia de oxígeno a la biopelícula y en la distribución del aire.
- El material soporte debe diseñarse como un buen relleno de contacto para el gas (biopelícula - gas)
- El material soporte debe diseñarse para facilitar la salida del gas del mismo (una vez ha crecido la biopelícula) con el fin de evitar su flotación.
- Minimizar el consumo de material por unidad de superficie de biopelícula activa presente en el proceso.
- Una alternativa es permitir grandes espesores de biopelícula de tal manera que puedan darse simultáneamente diferentes fenómenos biológicos de tratamiento, como pueden ser oxidación heterótrofa-nitrificación, desnitrificación, fermentación anaerobia.
- El espesor máximo de la biopelícula puede controlarse limitando la carga orgánica máxima aplicada al proceso, distribuyendo la carga orgánica aplicada sobre la mayor parte del material soporte (recirculando, alimentación escalonada, etc) aumentando la velocidad de flujo en contacto con la biopelícula (recirculando agua, aireando el lecho), controlando el suministro de oxígeno, aumentando la anaerobiosis...

Descripción de la invención

La presente invención considera un proceso biopelícula que incorpora un material soporte constituido por mallas o retículas planas con separación entre ellas igual o mayor que la luz mínima

de la malla La forma de la retícula puede ser cualquiera pero son preferibles las formas cuadradas, hexagonal o triangular (Figuras 1, 2, 3 y 4). Opcionalmente pueden establecerse separadores de iguales características que los elementos de la retícula creando así una retícula o malla tridimensional (Figuras 5 y 6).

La forma de las barras o elemento de la retícula puede ser cualquiera, pero se consideran preferibles las formas circular, cuadrada rectangular o trapezoidal.

Para el caso de lecho estacionario se considera la formación del soporte mediante la colocación de las mallas de tal forma que no coincida la posición de los nudos de una malla con sus homólogos de las mallas anterior y posterior (Figura 1). Esto crea un mejor contacto tanto del líquido como del gas con el soporte y por lo tanto con la biopelícula, aumentándose así la transferencia de materia.

El tamaño de los huecos (la luz mínima) de las mallas viene condicionada por el espesor máximo de la biopelícula esperado (función de la carga orgánica, concentraciones de sustrato, nutrientes, oxígeno disuelto, cortante hidrodinámico) por la resistencia al paso del fluido, y por el tamaño de las burbujas (en caso de proceso aireado). Por ello se consideran valores entre 1 mm y 30 mm, y especialmente entre 3 y 12 mm Las dimensiones de las barras están condicionadas por razones estructurales (resistencia y deformación).

El material soporte así definido y estructurado puede aplicarse en diferentes configuraciones de proceso biopelícula.

- En lechos aireados sumergidos fijos. Donde el aire se introduciría por debajo del material soporte y las mallas se colocarían horizontales.
- En lechos bacterianos con las mallas horizontales.
- En biodiscos, con cualquier disposición y especialmente con las mallas en espiral enrolladas al eje, o en planos radiales.
- En biofiltros, lechos expandidos y fluidizados, formando pequeños dados o bien mallas aisladas de pequeñas dimensiones y pudiendo estar construidas con material plástico de densidad próxima a 1 kg/dm^3 .

Por otra parte, se pueden aplicar con diferentes objetivos, como son:

- Eliminación o reducción de la DBO carbonosa por vía aerobia.
- Oxidación del nitrógeno amoniacal (nitrificación).
- Desnitrificación anóxica de los nitratos.
- Estabilización aerobia de fangos (biomasa en exceso).
- Estabilización aerobia de fangos.
- Eliminación biológica de fósforo.

Ventajas

Las ventajas del proceso descrito, y especialmente pensado en una configuración de lecho sumergido aireado son:

- 5 1.- Mínima utilización de material soporte por unidad de superficie, para lechos fijos.
- 10 2.- La superficie de la biopelícula aumenta al aumentar el espesor de la misma, siendo mayor la superficie específica de la biopelícula que la del soporte.
- 15 3.- La aireación a través del lecho aumenta la transferencia biológica de oxígeno, permitiendo mayor economía en la oxigenación. Esto se consigue al aumentar el contacto burbujas-biopelícula.
- 20 4.- La estructura del soporte permite mantener una gran cantidad de biomasa, lo que permite una mayor degradación (o estabilización) del fango producido, lo que lleva a una menor producción de fangos.
- 25 5.- La aireación intermitente, en el caso de lechos de baja altura, permite aplicar un mayor caudal instantáneo por unidad de superficie horizontal de lecho, lo que hace que la distribución del aire en el lecho sea óptima.
- 30 6.- La estructura del soporte evita el atascamiento del mismo y en consecuencia no son necesarios los lavados del lecho. Además, la turbulencia que crea reduce la barrera difusional de la biopelícula.
- 35 7.- La recirculación permite distribuir la carga de alimentación en toda la profundidad del lecho, evitando la sobrecarga de una parte del reactor. También puede permitir actuar sobre el cortante hidrodinámico sobre la biopelícula para controlar el espesor de la misma.
- 40 8.- La configuración del reactor permite aplicar aireación o no, con lo que puede aplicarse a procesos aerobios, anóxicos y anaerobios.
- 45 9.- La aireación se puede aplicar cíclicamente, lo cual puede permitir aplicar el sistema a la eliminación biológica del fósforo.
- 50 10.- El proceso es capaz de trabajar en un amplio rango de cargas orgánicas con poca variación del rendimiento, lo cual lo hace idóneo para trabajar con variación de carga orgánica e hidráulica, como es el caso de tiempo de lluvia.
- 55 11.- Producción de poca cantidad de fangos, con la correspondiente reducción de costos del tratamiento de fangos. En algunos casos podría ser aplicable el proceso sin decantación secundaria.
- 60 12.- Posibilidad de realizar un proceso conjunto de eliminación de materia orgánica carbonosa y de nitrógeno mediante nitrificación y desnitrificación simultánea.
- 65

- 13.- Posibilidad de obtener lechos de baja altura, con lo que la presión de bombeo de las soplamantes de aireación puede ser baja.
- 14.- Baja altura manométrica del bombeo de recirculación, en principio del orden de la pérdida de carga hidráulica del lecho debida al crecimiento de la biopelícula.
- 15.- No es necesario utilizar aireación mediante burbuja fina (se puede utilizar burbuja gruesa) para conseguir buenas transferencias de oxígeno, ya que la transferencia biológica de oxígeno compensa la peor transferencia física (o turbulencia).
- 16.- Posibilidad de adecuar el diseño al objetivo del tratamiento.
- 17.- Posibilidad de utilizarlo para mejora o ampliación de plantas existentes.

Breve descripción del contenido de los dibujos

- Figura 1: Configuración del soporte mediante la superposición de mallas cuadradas con desplazamiento en diagonal de una malla con respecto a la anterior, de modo que el nodo de una malla coincida con el espacio hueco de la anterior.
- Figura 2: Configuración del soporte mediante la superposición de mallas cuadradas con desplazamiento horizontal (en un eje paralelo a uno de los barrotes de la malla) de una malla con respecto a la anterior, de modo que el nodo de una malla coincida con el barrote de la anterior.
- Figura 3: Configuración del soporte mediante la superposición de mallas triangulares con desplazamiento horizontal de una malla con respecto a la anterior.
- Figura 4: Configuración del soporte mediante la superposición de mallas hexagonales con desplazamiento horizontal de una malla con respecto a la anterior.
- Figura 5: Vista de una malla tridimensional configurada con malla cuadrada y desplazamiento diagonal de una malla con respecto a la anterior.
- Figura 6: Vista de malla tridimensional configurada con malla cuadrada y sin desplazamiento de una malla con respecto a la anterior.

terior.

Ejemplo

Se describe, sin limitar las reivindicaciones, el funcionamiento de una planta piloto del proceso descrito trabajando con agua residual sintética basada en glucosa y con las siguientes particularidades.

Mallas de material plástico constituido por polietileno con barras de sección circular, con luz de malla de 11 mm, diámetro de barras de 2.5 mm, separación de mallas de 11 mm, lecho constituido por dos paquetes de 29 mallas cada uno y separados entre sí 10 cm con sección útil en planta de 20 * 20 cm, en reactor tanque de dimensiones interiores iguales a los extremos de las mallas, y altura total de lecho de 74 cm, volumen útil líquido de 60 l., coincidencia del nudo de cada malla con el centro del hueco de las mallas anterior y posterior.

Recirculación de efluente decantado en decantador lamelar, aireación continua o intermitente.

Datos operacionales:

- El proceso se hizo operar con cargas de 64 g DBO/m² de soporte y día, de 32 y 16 g/m².d, con concentraciones de DQO de 100, 200 y 400 mg/l y de N de 1,0 a 3,2 g/m³.d la recirculación fue del 0, 200, 400 y 800 %. Del caudal instantáneo de aire de 3,1 m³/h.m² con funcionamiento continuo o intermitencias (tiempos cierre/apertura) de 25s/10s.

Resultados

Trabajando con cargas de 32 y 64 gDQO/m².d se han obtenido rendimientos medios de eliminación de DQO entre 67% y 95%, correspondiendo los menores valores al caso de no recirculación y baja aireación (67% a 84%) y los mayores a recirculación adecuada y alta aireación (89% a 95%).

El proceso trabajando con alta aireación ha sido capaz de tratar 16 gDQO/m².d con un rendimiento de eliminación entre el 96% y 98% y 2.3 g N/m².d con nitrificación y desnitrificación simultánea La producción de fangos ha resultado muy baja (0.06 gSS/gDQOe).

En las mismas condiciones anteriores pero trabajando con baja aireación, se obtienen rendimientos de eliminación de DQO del 85% al 90%, pero sin nitrificación y con mayores producciones de fangos.

En ambos casos el atascamiento del lecho ha producido una máxima de pérdida de carga de 24 cm. columna de agua, con lo que no ha sido necesario proceder al lavado del lecho en ningún momento.

REIVINDICACIONES

1. Proceso de tratamiento biológico de aguas, para eliminar materia orgánica carbonosa, nitrógeno amoniacal, nitratos y/o fósforo del agua, que se **caracteriza** porque el reactor dispone de un lecho soporte, sobre el que crecen biopelículas, formado por mallas o redes planas de cualquier configuración (cuadradas, hexagonales, triangulares,...) pero preferiblemente cuadradas o hexagonales, colocadas paralelamente pero sin coincidir todos los nudos de una malla con los de las mallas más próximas, colocadas las mallas preferiblemente en posición horizontal, y pudiendo ser la separación de las mallas igual o mayor que la luz de las mismas.

2. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque las mallas se conectan con algunas barras (o separadores) en sentido ortogonal a las mismas, creándose así una red tridimensional.

3. Proceso de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** porque las mallas o redes tridimensionales forman elementos o piezas, con las que se constituye el lecho del reactor, no siendo en este caso necesaria la no-coincidencia de nudos de mallas dentro de cada pieza, al ser las piezas las que queden no coincidentes.

4. Proceso de acuerdo con la reivindicación 3 **caracterizado** porque las piezas tienen un tamaño máximo de 5 cm y el material constitutivo tiene una densidad menor que 1 kg/dm^3 , manteniéndose las piezas con biopelícula en suspensión en el reactor mediante agitación del agua, recirculación o aireación.

5. Proceso de acuerdo con las reivindicaciones 3 y 4 **caracterizado** porque las piezas son retenidas en el reactor o lecho mediante falsos fondos, falsos techos o redes, cribas o tamices.

6. Proceso de acuerdo con la reivindicación

1, 2, 3 y 5 **caracterizado** porque el lecho ocupa toda la planta del reactor y el agua se hace circular verticalmente, bien en sentido ascendente o descendente.

7. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, 2, 3 y 5 **caracterizado** porque el lecho ocupa una sección transversal del reactor, y se hace circular el agua horizontalmente normal a la anterior sección.

8. Proceso de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 7 **caracterizado** por producir el mezclado del reactor mediante recirculación del efluente, con o sin decantación previa.

9. Proceso de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 8 **caracterizado** por ser aerobio, realizándose la oxigenación mediante inyección de aire por el fondo del lecho, continua o intermitente, con caudal instantáneo de aireación, en caso de lecho fijo, igual o superior a $2,5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ haciendo pasar el aire a través del lecho.

10. Proceso de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 9 **caracterizado** porque el material de las mallas es de plástico.

11. Proceso de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 10 **caracterizado** porque la malla es rígida y la sección transversal de los barrotes de las mallas es circular, cuadrada, rectangular, trapezoidal u oval.

12. Proceso de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 9 **caracterizado** porque las barras de la malla son de material flexible pero tensado.

13. Proceso de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 12 **caracterizado** porque el reactor se complementa con un decantador en serie para proceder a la decantación del efluente del reactor.

14. Proceso de acuerdo con la reivindicación 13 **caracterizado** porque el decantador está constituido por el mismo material del reactor, es decir relleno con las mallas o piezas especificadas.

45

50

55

60

65

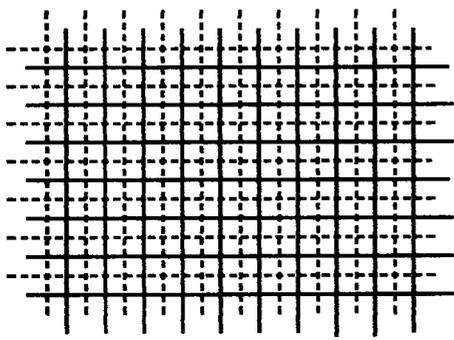


FIGURA 1

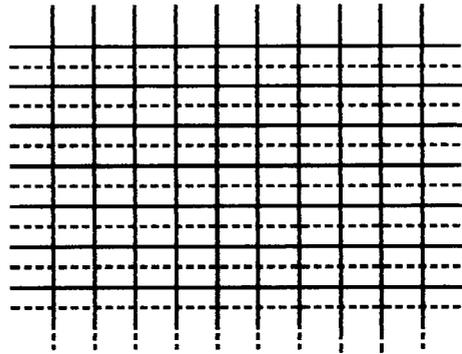


FIGURA 2

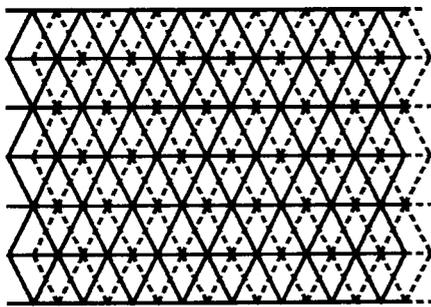


FIGURA 3

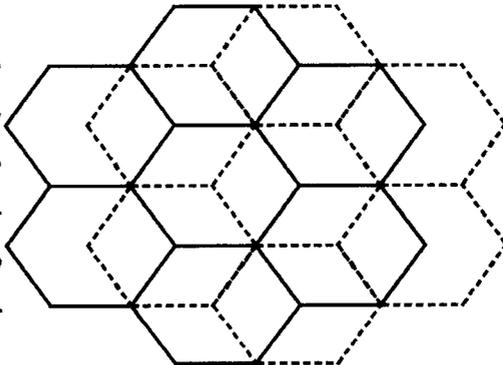


FIGURA 4

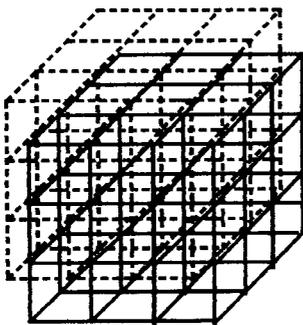


FIGURA 5

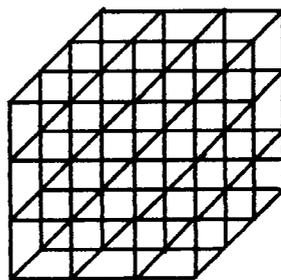


FIGURA 6



INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.⁶: C02F 3/10, B01J 19/30, 19/32

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	EP 361225 A1 (FAIGLE KUNSTSTOFFE) 04.04.1990, columna 3, líneas 9-40; figuras 1-7.	1,2
A	Todo el documento.	10-12
X	ES 2064083 T3 (KALDNES MILJOTEKNOLOGI) 16.01.1995, columna 4, líneas 39-66; reivindicaciones.	3-6
Y		7
Y	WO 9311075 A1 (ALLIED-SIGNAL INC.) 10.06.1993, página 7, línea 17 - página 8, línea 3; figura 2.	7
X	EP 116497 A1 (DEGREMONT) 22.08.1984, figura 2.	3

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

16.04.99

Examinador

Fco. J. Haering Pérez

Página

1/1