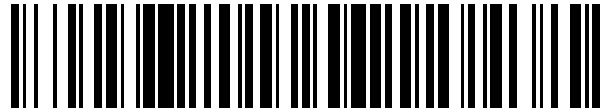


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 555 496**

51 Int. Cl.:

**C02F 1/34** (2006.01)  
**C02F 3/12** (2006.01)  
**C02F 1/00** (2006.01)  
**C02F 1/48** (2006.01)  
**C02F 1/52** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2010 E 10763444 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2015 EP 2477949**

54 Título: **Planta de depuración con lodo activado y procedimiento de destrucción de las bacterias filamentosas**

30 Prioridad:

**17.09.2009 FR 0956391**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**04.01.2016**

73 Titular/es:

**ISB WATER (100.0%)  
29 rue des Petites Ecuries  
75010 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**PROFIT, GRÉGOIRE y  
PROFIT, ALEXANDRE**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 555 496 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Planta de depuración con lodo activado y procedimiento de destrucción de las bacterias filamentosas

5 Campo técnico

La invención se refiere a una planta de depuración por lodo activado y a un procedimiento de destrucción de las bacterias filamentosas que puede ser utilizado en tal planta de depuración.

10 Técnica anterior

15 Una presencia excesiva de bacterias filamentosas en los lodos activados de una planta de depuración puede conducir a un hinchamiento y/o a una formación de espuma de este lodo. El hinchamiento, en inglés "bulking" es un fenómeno que conduce a un aumento del volumen del lodo activado. Conduce a un aumento del manto del lodo en los tanques de decantación, perjudiciales para la eficacia de estos últimos. El hinchamiento puede incluso conducir al desbordamiento del lodo.

20 La formación de espuma, en inglés "foaming", se traduce por el desarrollo en la superficie de los tanques de cúmulos de flotantes estables, marrones, viscosos y espesos. Estos cúmulos son desfavorables a la transferencia de oxígeno hacia el lodo y perjudican, a veces considerablemente, la eficacia del funcionamiento de la planta de depuración.

25 Para evitar el hinchamiento y la formación de espuma, es posible añadir en el lodo una sustancia que presenta una masa volúmica elevada, generalmente mineral que, en asociación con el floc bacteriano, mejora su decantación. Esta técnica se denomina "lastrado". Es asimismo posible añadir un coagulante-floculante que favorece la agregación de los pequeños flocs y que mejora así la velocidad de sedimentación. Finalmente, es posible añadir unos agentes oxidantes potentes.

30 Todas estas soluciones implican frecuentemente una parada del funcionamiento, la utilización de equipamientos específicos y la compra de consumibles. Además, conducen a un aumento del volumen del lodo, lo que implica un sobredimensionamiento de las instalaciones. Además, la adición de estos consumibles en el lodo activado puede reducir la cantidad de nutrientes disponibles para las bacterias, incluso ser tóxico. Por lo tanto puede conducir a una destrucción de bacterias útiles, y en particular de bacterias nitrificantes.

35 Por lo tanto, existe una necesidad de una solución que permita reducir, incluso suprimir, los riesgos de hinchamiento o de formación de espuma del lodo activado evitando, al menos parcialmente, los problemas mencionados anteriormente. Un objetivo de la invención es responder a esta necesidad.

40 El documento US6402065 B1 divulga un método y un aparato correspondiente para suprimir el hinchamiento de un lodo activado relacionado con la producción excesiva de bacterias filamentosas. Este documento utiliza el principio de la cavitación para desintegrar las células microbianas que pasan a través de las aberturas de un rotor.

Resumen de la invención

45 La invención propone una planta de depuración según la reivindicación 1 que comprende un circuito de tratamiento provisto de un reactor en el que el lodo activado atraviesa una pluralidad de primeros canales delimitados por una pared interior de un material dieléctrico, y al menos una cámara de expansión, corriente abajo de dichos primeros canales, estando el circuito de tratamiento configurado para generar la cavitación en la cámara de expansión.

50 El inventor ha descubierto que el paso del lodo activado en el reactor conduce a una disociación de los flocs y a una destrucción, al menos parcial, de las bacterias filamentosas. Además, ventajosamente, las bacterias no filamentosas no son, o lo son poco, afectadas por el paso del reactor. Sin estar limitado a esta teoría, el inventor explica estos rendimientos por las fuerzas de cizallamiento generadas en la cámara de expansión actuando como una picadora sobre las bacterias filamentosas.

55 Por otro lado, la fricción del lodo sobre el material dieléctrico genera un campo electrostático en los primeros canales, lo que favorece la coagulación, la floculación y por lo tanto la decantación. Ventajosamente, la invención permite así limitar significativamente, incluso suprimir, la inyección de floculante.

60 Finalmente, la fabricación de un circuito de tratamiento provisto de un reactor no implica ventajosamente ninguna modificación sustancial de la planta de depuración.

65 El material dieléctrico es preferentemente un plástico, por ejemplo politetrafluoroetileno (PTFE), nylon, polipropileno, policloruro de vinilo (PVC) o una mezcla de estos materiales. Otros materiales dieléctricos, por ejemplo las cerámicas, pueden también ser utilizados en la medida en la que permiten, mediante la circulación del lodo, generar una carga eléctrica estática.

## ES 2 555 496 T3

El PTFE es el material dieléctrico preferido. Este material dieléctrico evita en efecto a la materia sólida del lodo adherirse a la superficie de los primeros canales. Ventajosamente, se reduce el riesgo de obstrucción.

5 Los primeros canales son preferentemente paralelos los unos de los otros. Pueden ser rectilíneos o no. En particular, pueden extenderse siguiendo el eje longitudinal del reactor. El número de primeros canales es preferentemente superior a 3, superior a 5, superior a 10, superior a 20, superior a 30 y/o inferior a 200, inferior a 150, inferior a 100, inferior a 80, inferior a 60. La sección transversal de los canales puede ser cualquiera, por ejemplo circular. En un modo de realización, los primeros canales presentan una sección transversal sustancialmente constante sobre toda su longitud.

10 El diámetro interior equivalente de los primeros canales es preferentemente superior a 2 mm, superior a 10 mm, incluso superior a 15 mm o superior a 20 mm y/o inferior a 50 mm, inferior a 40 mm, inferior a 35 mm. Se adapta bien un diámetro interior equivalente de aproximadamente 30 mm.

15 La longitud de los primeros canales es preferentemente superior a 20 mm, superior a 30 mm y/o inferior a 50 mm, inferior a 40 mm.

20 Preferentemente, la cámara de expansión presenta un volumen superior a  $0,0001 \text{ dm}^3$ , superior a  $0,001 \text{ dm}^3$ , superior a  $0,01 \text{ dm}^3$ , superior a  $0,1 \text{ dm}^3$  y/o inferior a  $20 \text{ dm}^3$ , inferior a  $10 \text{ dm}^3$ , inferior a  $1 \text{ dm}^3$ .

La cámara de expansión está corriente abajo de los primeros canales. Los primeros canales desembocan por lo tanto hacia la parte corriente abajo en la cámara de expansión. Se denominan "canales de alimentación de lodo" los canales que desembocan en la cámara de expansión para alimentarla de lodo.

25 La relación  $S/\Sigma$  puede ser superior a 2, superior a 5, superior a 10, superior a 20, superior a 50, superior a 100, incluso superior a 200 y/o inferior a 1000, inferior a 500, inferior a 400, incluso inferior a 300,

30 - designando S la sección de la cámara de expansión medida en un plano transversal inmediatamente corriente abajo de la región en la que los canales de alimentación de lodo desembocan en la cámara de expansión;

- designando  $\Sigma$  la suma de las secciones transversales de dichos canales de alimentación medidas en un plano transversal inmediatamente corriente arriba de la región en la que desembocan en la cámara de expansión.

35 Una relación de  $S/\Sigma$  elevada permite ventajosamente la creación de micro-chorros en la boca de los canales de alimentación de lodo, muy eficaces para la eliminación de las bacterias filamentosas.

Todas las cámaras de expansión del reactor pueden presentar una relación  $S/\Sigma$  sustancialmente idéntica.

40 Preferentemente, el reactor comprende al menos una cámara de cizallamiento corriente abajo en la cual la velocidad del lodo activado aumenta por penetración en unos canales de evacuación.

Designando S' la sección de la cámara de cizallamiento medida en un plano transversal inmediatamente corriente arriba de la región en la que los canales de evacuación desembocan en dicha cámara de cizallamiento, y

45 Designando  $\Sigma'$  la suma de las secciones transversales de los canales de evacuación medidas en un plano transversal inmediatamente corriente abajo de la región en la que desembocan en la cámara de cizallamiento,

50 La relación  $S'/\Sigma'$  es preferentemente superior a 2, incluso superior a 5, superior a 10, superior a 20, superior a 50, superior a 100, incluso superior a 200 y/o inferior a 1000, inferior a 500, inferior a 400, incluso inferior a 300.

Así, la penetración del lodo activado en los canales de evacuación conduce a una aceleración brutal de su velocidad que favorece el cizallamiento. En particular, las bacterias filamentosas pueden ser cortadas por proyección sobre los bordes de las aberturas corriente arriba de los canales de evacuación.

55 Los canales de evacuación pueden ser en particular unos primeros canales o unos segundos canales tales como se describen a continuación.

Todas las cámaras de cizallamiento del reactor pueden presentar una relación  $S'/\Sigma'$  sustancialmente idéntica.

60 En un modo de realización, al menos una parte, preferentemente todos los primeros y/o segundos canales, desembocan, hacia la parte corriente arriba, en una cámara de cizallamiento y hacia la parte corriente abajo en una cámara de expansión.

65 Más preferentemente, el reactor comprende un electrodo de sacrificio de un material conductor eléctricamente, preferentemente de zinc. El electrodo de sacrificio puede comprender en particular una pluralidad de segundos canales delimitados por una pared interior de dicho material conductor eléctricamente. En un modo de realización, la

## ES 2 555 496 T3

cámara de expansión está dispuesta, a lo largo de la trayectoria del lodo activado, entre los primeros canales y los segundos canales, o recíprocamente, entre los segundos canales y los primeros canales.

5 Los segundos canales pueden ser paralelos entre sí. Pueden ser rectilíneos o no. En particular, pueden extenderse siguiendo el eje longitudinal del reactor. El número de segundos canales es preferentemente superior a 2, superior a 3, superior a 5, superior a 10, superior a 20, superior a 30 y/o inferior a 100, inferior a 80, inferior a 60. La sección transversal de los segundos canales puede ser cualquiera, por ejemplo circular. En un modo de realización, los segundos canales presentan una sección transversal sustancialmente constante en toda su longitud.

10 El diámetro interior equivalente de los segundos canales es preferentemente superior a 2 mm, superior a 4 mm, incluso superior a 5 mm y/o inferior a 15 mm, inferior a 13 mm, inferior a 10 mm, inferior a 8 mm, incluso inferior a 7 mm.

15 En un modo de realización, el diámetro interior equivalente de los segundos canales es superior, incluso 1,1, 1,5, 2 o 3 veces superior al de los primeros canales.

La longitud de los segundos canales es preferentemente superior a 20 mm, superior a 30 mm y/o inferior a 50 mm, inferior a 40 mm.

20 La cámara de expansión es preferentemente común a varios segundos canales, incluso común al conjunto de los segundos canales.

25 Preferentemente, los primeros canales no desembocan en frente de los segundos canales, lo que impide al lodo que sale de un primer canal entrar en un segundo canal, o al contrario, siguiendo un camino rectilíneo paralelo al eje del reactor.

30 En un modo de realización, una misma cámara puede servir al mismo tiempo de cámara de expansión, y servir de cámara de cizallamiento, por ejemplo con unos segundos canales que desembocan corriente abajo de dicha cámara.

Para calcular la relación  $S/\Sigma$  o la relación  $S'/\Sigma'$ , se toman en consideración todos los canales de alimentación de lodo o todos los canales de evacuación en cuestión, respectivamente.

35 En un modo de realización, el reactor comprende una carcasa que comprende una entrada y una salida, definiendo un primer bloque una pluralidad de primeros canales delimitados lateralmente, al menos parcialmente, por una pared de un material dieléctrico, y una cámara de expansión, estando dichos primeros canales dispuestos de manera que el lodo atraviese el reactor desde la entrada hasta la salida atravesando al menos un primer canal y una cámara de expansión. Preferentemente, los primeros canales desembocan, en el lado de la salida, en dicha cámara de expansión.

40 La carcasa puede ser de un material conductor eléctricamente.

El primer bloque puede estar constituido en particular de dicho material dieléctrico.

45 El reactor puede también comprender un segundo bloque que define una pluralidad de segundos canales delimitados lateralmente, al menos parcialmente, por una pared de un material conductor eléctricamente. El segundo bloque puede estar constituido en particular de dicho material conductor eléctricamente. El segundo bloque puede estar dispuesto corriente arriba o corriente abajo del primer bloque, mientras que está dispuesta una cámara de expansión en el interior de dicha carcasa. La cámara de expansión puede estar dispuesta en particular entre los primeros y los segundos bloques o corriente abajo del bloque más corriente abajo en la carcasa. En el modo de realización preferido, los primeros y segundos bloques están dispuestos de manera que el lodo atraviese sucesivamente los primeros canales, una cámara de expansión en la que desembocan todos los primeros y segundos canales, y después los segundos canales.

55 Los primeros y segundos canales de los primer y segundo bloques pueden presentar una o varias de las características opcionales de los primeros y segundos canales descritos anteriormente de manera general. Los materiales dieléctrico y conductor eléctricamente puede también ser seleccionados entre los materiales citados anteriormente.

60 El número de primeros y/o segundos bloques es preferentemente superior a 1, superior a 2, o superior a 3, y/o inferior a 10, inferior a 7 o inferior a 5.

65 En un modo de realización, el reactor comprende sucesivamente, desde corriente arriba hacia corriente abajo, una cámara de cizallamiento, un primer bloque, una cámara de expansión, un segundo bloque (sirviendo la cámara de expansión de cámara de cizallamiento para este segundo bloque), una cámara de expansión, un primer bloque (sirviendo la cámara de expansión de cámara de cizallamiento para este primer bloque), una cámara de expansión,

un primer bloque (sirviendo la cámara de expansión de cámara de cizallamiento para este segundo bloque), una cámara de expansión, un primer bloque (sirviendo la cámara de expansión de cámara de cizallamiento para este primer bloque) y una cámara de expansión.

5 El reactor puede ser, por ejemplo, uno de los dispositivos descritos en la patente EP-B2-680 457, y en particular el dispositivo comercializado bajo la denominación IONSCALE BUSTER® (ISB) por la compañía ISB WATER.

10 El circuito de tratamiento puede ser un circuito que conecta un tanque de decantación y un tanque de lodo activado, siendo el lodo procedente del tanque de decantación tratado en el reactor y después inyectado en el tanque de lodo activado.

El circuito de tratamiento puede ser un bucle de recirculación que permite una extracción de lodo en un tanque de lodo activado, un tratamiento en el reactor, después una reinyección del lodo tratado en dicho tanque.

15 El circuito de tratamiento puede comprender una bomba dispuesta para generar, durante su funcionamiento, un flujo de lodo activado a través del reactor, y un dispositivo de control capaz de modificar el funcionamiento de dicha bomba. El circuito de tratamiento puede también comprender una válvula anti-retorno que evita una circulación inversa en la bomba en caso de parada de ésta.

20 La bomba puede ser controlada en "todo o nada" por el dispositivo de control, por ejemplo por el cierre o abertura de un contacto seco o mediante un relé semiconductor. En una variante, puede ser controlada "a velocidad variable", con al menos dos valores de velocidad no nulos. En un modo de realización, el circuito de tratamiento no comprende otros consumidores de energía distintos de dicha bomba.

25 La ley de control utilizada por el dispositivo de control puede tener en cuenta en particular el nivel de aireación del lodo y/o su temperatura y/o la cantidad de lodo a tratar.

30 El circuito de tratamiento está configurado para generar la cavitación en la cámara de expansión. El libro "CAVITATION AND BUBBLE DYNAMICS" de Christopher Earls Brennen en las ediciones Oxford University Press, 1996 describe las condiciones que permiten obtener la cavitación.

35 En un bucle de recirculación, la bomba está preferentemente controlada para funcionar por intermitencia. Ventajosamente, este funcionamiento evita una destrucción excesiva de las bacterias no filamentosas. La bomba puede, en particular, funcionar menos del 30% del tiempo.

Preferentemente, la bomba funciona por periodos de una duración superior a 1 hora y/o inferior a 10 horas, inferior a 8 horas, inferior a 5 horas, inferior a 3 horas. La duración de un periodo de parada entre dos periodos de funcionamiento es preferentemente superior a 8 horas y/o inferior a 12 horas.

40 La frecuencia de los periodos de funcionamiento puede ser superior a 2, superior a 4, superior a 6, incluso superior a 8 periodos de funcionamiento por día.

Es posible, sin embargo, un funcionamiento más frecuente, incluso permanente, en particular para limitar el consumo de coagulante/floculante.

45 En un modo de realización, el dispositivo de control está programado para, en un modo denominado de "retro-lavado" poder invertir el sentido de flujo en el reactor a fin de limpiarlo con un líquido no cargado, por ejemplo agua.

50 Un cable equipotencial puede estar previsto entre la entrada y la salida del reactor a fin de asegurar el equilibrio eléctrico entre estas.

La invención se refiere también a un procedimiento según la reivindicación 10 de destrucción de bacterias filamentosas contenidas en un líquido, en particular en un lodo activado de una planta de depuración, que consiste en hacer pasar dicho líquido a través de un reactor tal como se ha descrito anteriormente.

55 Definiciones

60 Un filamento bacteriano es una colonia de células que, después de la división celular, no se separan. Esta colonia aumenta según un eje único, formando así un filamento. Las bacterias capaces de formar tal filamento bacteriano son calificadas de "filamentosas".

Estas bacterias incluyen en particular los microorganismos siguientes:

- *Beggiatoa sp.*,

65 - *Haliscomenobacter hydrossis*,

- *Microthrix parvicella*,
- 5 - *Nocardioformen dont Gordonia amara*,
- *Nostocöila limicola I*,
- *Nostocöila limicola II*,
- 10 - *Nostocöila limicola III*,
- *Saprospira sp.*,
- *Sphaerotilus natans*,
- 15 - *Thiothrix I*,
- *Triothrix II*,
- 20 - *Type 0041*,
- *Type 0092*,
- *Type 021N*,
- 25 - *Type 0581*,
- *Type 0675*,
- 30 - *Type 0803*,
- *Type 0914*,
- *Type 0961*,
- 35 - *Type 1701*,
- *Type 1851*,
- 40 - *Type 1863*,
- *Type 0411*.

45 Una descripción detallada de las bacterias filamentosas y de los problemas que generan en las plantas de depuración se proporciona en el documento técnico del Ministerio de la Agricultura y Pesca, FNDAE n° 33, titulado «*Dysfonctionnements biologiques des stations d'épuration: origines et solutions*» producido por el grupo de trabajo GIS-BIOSTEP. Este documento está disponible en forma numérica en la página <http://www.eau.fndae.fr>.

50 Un lodo activado es un lodo que procede de un procedimiento de depuración biológico de las aguas residuales. Con este propósito, las aguas residuales se ponen en contacto con una mezcla rica en bacterias a fin de degradar la materia orgánica en suspensión o disuelta. Para aumentar la actividad de las bacterias, las aguas residuales son aireadas en un tanque de aireación o tanque "de lodo activado" en el que, clásicamente, se inyecta aire. El lodo activado se envía después a un tanque de decantación o "clarificado". Una parte del lodo decantado en el tanque de decantación se reenvía entonces hacia el tanque de lodo activado.

55 Las posiciones "corriente arriba" y "corriente abajo" son determinadas con respecto al sentido de flujo del lodo durante su tratamiento en el reactor.

60 Por "que comprende un", se debe de entender "que comprende al menos un" salvo que se indique lo contrario.

Se denomina "diámetro equivalente" de una sección de zona A el diámetro de una sección circular de zona idéntica A. Para una sección circular, el diámetro equivalente es por lo tanto igual al diámetro.

65 Se denomina "plano transversal" un plano perpendicular al eje del reactor.

Breve descripción de las figuras

Otras características y ventajas de la invención aparecerán también con la lectura de la descripción siguiente y con el examen de los dibujos anexos, en los que:

- 5 - la figura 1 representa en sección longitudinal un ejemplo de reactor que puede ser utilizado según la invención;
- las figuras 2 y 3 representan esquemáticamente, parcialmente, dos plantas de depuración según la invención.

En las diferentes figuras, se han señalado con las mismas referencias los elementos idénticos o análogos.

10

Descripción detallada de un modo de realización

La figura 1 representa un reactor 10 del tipo de los descritos en la patente EP 680 457.

15

El reactor 10, de eje longitudinal X, comprende una carcasa 11 provista de una entrada 12 y de una salida 14.

La carcasa 11 contiene sucesivamente, desde corriente abajo hasta corriente arriba, un primer bloque 16 de un material dieléctrico y un segundo bloque 18 de un material conductor eléctricamente. Preferentemente, la carcasa 11 es de un material conductor eléctricamente y está conectada eléctricamente con el ánodo de protección que constituye el segundo bloque 18.

20

Los primero y segundo bloques están perforados longitudinalmente de primeros y segundos canales, referenciados 20 y 22 respectivamente.

25

Los primeros canales desembocan corriente arriba, hacia la entrada 12, en una primera cámara de cizallamiento 23, por unas aperturas "corriente arriba" 20<sub>1</sub> y corriente abajo, en una primera cámara de expansión 24 cilíndrica, por unas aperturas "corriente abajo" 20<sub>2</sub>.

30

Los segundos canales 22 desembocan corriente arriba hacia la primera cámara de expansión 24, actuando como una segunda cámara de cizallamiento, por unas aperturas "corriente arriba" 22<sub>1</sub>, y hacia corriente abajo, hacia la salida 14, en una segunda cámara de expansión 25 por unas aperturas "corriente abajo" 22<sub>2</sub>.

El diámetro de la primera cámara de expansión 24 es de 270 mm. Todos los primeros canales, en número de 9, presentan un diámetro interior de 6,3 mm.

35

La relación  $S/\Sigma$  es por lo tanto de aproximadamente 200,

- designando S la sección de la primera cámara de expansión 24 medida en un plano transversal P<sub>S</sub> inmediatamente corriente abajo de las aberturas "corriente arriba" 20<sub>2</sub> de los primeros canales (que actúan como unos canales de alimentación de lodo de la cámara de expansión);

40

- designando  $\Sigma$  la suma de las secciones transversales de dichos primeros canales medidas en un plano transversal P <sub>$\Sigma$</sub>  inmediatamente corriente arriba de estas aberturas "corriente abajo".

45

La segunda cámara de expansión 25 y las aberturas corriente abajo 22<sub>2</sub> de los segundos canales pueden presentar una configuración similar, incluso idéntica, a la de la cámara de expansión 24 y de las aberturas corriente abajo 20<sub>2</sub> de los primeros canales descritos anteriormente.

La primera cámara de expansión 24 es cilíndrica, S'=S.

50

Por otro lado, todos los segundos canales, en número de 3, presentan un diámetro interior de 9 mm.

La relación  $S'/\Sigma'$  es por lo tanto de aproximadamente 300,

55

- designando S' la sección de la primera cámara de expansión 24 medida en un plano transversal P<sub>S'</sub> inmediatamente corriente arriba de las aberturas "corriente arriba" 22<sub>1</sub> de los segundos canales (que actúan como unos canales de evacuación de la cámara de expansión);

60

- designando  $\Sigma'$  la suma de las secciones transversales de dichos segundos canales medidas en un plano transversal p <sub>$\Sigma'$</sub>  inmediatamente corriente abajo de estas aberturas "corriente arriba".

La primera cámara de cizallamiento 23 y las aberturas corriente arriba 20<sub>1</sub> de los primeros canales pueden presentar una configuración similar, incluso idéntica, a la de la cámara de expansión 24 y unas aberturas corriente arriba 22<sub>1</sub> de los segundos canales, descrita anteriormente.

65

Todos los canales se extienden sustancialmente según el eje X.

Como se representa en las figuras 2 y 3, el reactor 10 puede ser insertado en un circuito de tratamiento de lodo activado de una planta de depuración 26.

5 En el modo de realización de la figura 2, el circuito de tratamiento 30 comprende un bucle de recirculación 32 que permite extraer de un tanque de lodo activado 34 un lodo activado 36, tratarlo mediante el reactor 10 y después reinyectarlo en el tanque de lodo activado 34. El bucle de recirculación 32 comprende, insertados en un conducto 38, sucesivamente una bomba 40, una válvula 42, un reactor 10 y una válvula 44. El bucle de recirculación 32  
10 comprende también un conducto de desviación 46 del reactor 10, provisto de una válvula 48. Finalmente, un conducto de alimentación en agua limpia 50, provisto de una bomba 52 y de una válvula 54, está conectado sobre el conducto 38 entre el reactor 10 y la válvula 44.

15 El modo de realización de la figura 3 representa un circuito de tratamiento 30 que conecta corriente arriba un tanque de decantación 60 con un tanque de lodo activado 34. Un cable equipotencial 45 conecta eléctricamente la entrada y la salida del reactor 10.

Este circuito comprende un conducto 62 de comunicación de fluido corriente arriba con el tanque de decantación 60 y corriente abajo con el tanque de lodo activado 34. Preferentemente, como se ha representado, el conducto 62 forma un bucle de derivación conectado por unos puntos de conexión 68 y 70 sobre un conducto principal 63 preexistente.  
20

En el conducto 62 están insertados sucesivamente una válvula 42, un reactor 10 y una válvula 44. Un conducto de alimentación en agua limpia 50, provisto de una bomba 52 y de una válvula 54, está conectado al conducto 62 entre el reactor 10 y la válvula 44. El conducto 62 está conectado eléctricamente a la tierra. Finalmente, un conducto de evacuación de lodo 64, en el que está insertada una válvula 66, está conectado al conducto 62 entre la válvula 42 y el reactor 10.  
25

El conducto principal 63 está clásicamente previsto a fin de transferir unos lodos del tanque de decantación 60 hacia el tanque de lodo activado 34 sin pasar por el reactor 10. En el conducto principal 63 están insertados sucesivamente una bomba 40 de puesta en circulación del lodo y, entre los puntos de conexión 68 y 70 del conducto 62, una válvula 72.  
30

Para tratar el lodo activado contenido en el tanque de lodo activado 34 con la configuración de la figura 2, las válvulas 42 y 44 son abiertas y las válvulas 48 y 54 son cerradas. La bomba 40 se enciende y la bomba 52 se para. El lodo activado es entonces aspirado mediante la bomba 40 en el tanque de lodo activado 36, tratado en el reactor 10 y después reenviado en el tanque de lodo activado 36.  
35

Para que la destrucción de las bacterias filamentosas sea muy selectiva, el tratamiento de los lodos es preferentemente intermitente. Una recirculación permanente terminaría en efecto por empobrecer la masa bacteriana útil.  
40

Preferentemente, la duración acumulada total del tratamiento es superior a 1 hora y/o inferior a 10 horas, inferior a 8 horas, inferior a 6 horas, incluso inferior a 4 horas por día. Preferentemente, la duración total del tratamiento está repartida en menos de 5, menos de 4, incluso menos de 3 fases de tratamiento por día, siendo las fases de tratamiento preferentemente de una duración idéntica. Dos fases de tratamiento de 2 horas por día son muy adecuadas.  
45

Preferentemente, un seguimiento de la población de las bacterias filamentosas se efectúa a fin de optimizar la cronología de las fases de tratamiento.  
50

Para limpiar el reactor 10 (modo "retro-lavado") las válvulas 42 y 44 se cierran, las válvulas 48 y 54 se abren, la bomba 40 se para y la bomba 52 se pone en marcha. El agua limpia es entonces aspirada por la bomba 52 y enviada hacia la salida 14 del reactor 10. Atraviesa los canales de este reactor en el sentido inverso de el del lodo activado, y después se reenvía, a través del conducto 46, hacia el tanque de lodo activado.  
55

En caso de funcionamiento intermitente, se procede preferentemente a un retrolavado después de cada fase de tratamiento a fin de evitar cualquier obstrucción del reactor 10 por estancación de los lodos. Preferentemente, el retro-lavado se efectúa a una presión superior a 2 bares, superior a 4 bares, y/o inferior a 10 bares, inferior a 8 bares, incluso inferior a 6 bares.  
60

En el modo de realización de la figura 3, el lodo activado que proviene del tanque de decantación 60 puede ser tratado por el reactor 10. Para ello, las válvulas 42 y 44 se abren, las válvulas 54, 66 y 72 se cierran, la bomba 40 se pone en marcha y la bomba 52 se para.  
65

En modo retro-lavado, las válvulas 42 y 44 se cierran, las válvulas 54 y 66 se abren, la bomba 40 se para y la bomba 52 se pone en marcha.



Finalmente, para evacuar el lodo activado que proviene del tanque de decantación 60, las válvulas 42 y 66 se abren, las válvulas 44 y 54 se cierran, la bomba 52 se para y la bomba 40 se pone en marcha.

5 Fuera de las fases de tratamiento, la válvula 72 se abre y las válvulas 42 y 44 se cierran. La puesta en marcha de la bomba 40 permite habitualmente una transferencia de lodo activado desde el tanque de decantación 60 hacia el tanque de lodo activado 34.

10 Un dispositivo de control, no representado, está preferentemente previsto para controlar las diferentes válvulas y bombas, como se ha descrito anteriormente.

15 En los modos de realización de las figuras 2 y 3, el lodo a tratar penetra en el reactor 10 por la entrada 12 (flecha F representada en la figura 1) y la primera cámara de cizallamiento 23. La entrada en los primeros canales se acompaña de una aceleración brusca del lodo activado y de un cizallamiento que favorece la ruptura de las bacterias filamentosas.

20 El lodo activado transita entonces por los primeros canales 20 dispuestos en el primer bloque 16 de un material dieléctrico. En estos primeros canales, el lodo es sometido a un campo electroestático que conduce a la coagulación de las materias en suspensión, y en particular unas bacterias filamentosas.

25 El lodo desemboca entonces en la primera cámara de expansión 24 en unas condiciones que favorecen la turbulencia y el cizallamiento. La entrada en la primera cámara de expansión 24 conduce a una caída brusca de la presión y a fenómenos de cavitación particularmente eficaces para romper las bacterias filamentosas. La forma de las aberturas "corriente abajo" de los primeros canales 20 que desembocan en la primera cámara de expansión 24 puede ser adaptada a fin de maximizar la turbulencia y las modificaciones de presión, por ejemplo disponiendo unos obstáculos. Asimismo, la textura de la superficie interior de los primeros canales 20 puede ser adaptada para aumentar la turbulencia.

30 Las condiciones que reinan en la primera cámara de expansión 24 contribuyen también a la coagulación asegurando un mezclado elevado. Por lo tanto, es particularmente ventajoso que la primera cámara de expansión esté corriente abajo de los primeros canales que inician la coagulación.

35 Las condiciones de realización (caudal, presión) son preferentemente determinadas para que la expansión provoque la cavitación. Con un reactor IONSCALE BUSTER<sup>®</sup>, la velocidad del lodo en la entrada del reactor es preferentemente superior a 2 m/s y/o inferior a 15 m/s, inferior a 12 m/s, inferior a 10 m/s, inferior a 8 m/s, incluso inferior a 6 m/s, y la presión en la entrada del reactor es preferentemente superior a 1 bar y/o inferior a 20 bares.

40 La primera cámara de expansión 24 separa las aberturas "corriente abajo" de los primeros canales de las aberturas "corriente arriba" de los segundos canales.

45 El lodo activado que sale de la primera cámara de expansión 24 penetra así directamente en los segundos canales 22 del segundo bloque 18. Sin embargo, los segundos canales no están alineados axialmente con los primeros canales a fin de favorecer la turbulencia.

La presencia del segundo bloque 18 favorece la nucleación y la decantación ulterior.

50 La penetración del lodo activado en los segundos canales 22 conduce a una aceleración brusca de su velocidad. La región de transición entre la cámara de expansión 24 y los segundos canales 22 constituye por lo tanto una región de aceleración del flujo. Esta aceleración brusca lleva una parte de las bacterias filamentosas a ser cortadas por cizallamiento, en particular al contacto con los bordes de las aberturas corriente arriba 22<sub>1</sub>, de los segundos canales 22. La primera cámara de expansión 24 actúa así como cámara de cizallamiento.

A la salida del segundo bloque 18, el lodo prosigue su trayectoria hacia el tanque de lodo activado.

55 Como aparece claramente ahora, la invención proporciona una solución que permite destruir selectivamente las bacterias filamentosas preservando al mismo tiempo el equilibrio biológico del tanque de lodo activado.

60 Por supuesto, la presente invención no está limitada a los modos de realización descritos y representados. En particular, se extiende al procedimiento según la reivindicación 10.

Además, el número o la forma de los primeros canales pueden ser diferentes de los de los segundos canales.

El número de primeros bloques puede ser idéntico o diferente del número de segundos bloques.

65 Los primeros bloques no están necesariamente dispuestos en alternancia con los segundos bloques a lo largo del eje del reactor.

Unos bloques sucesivos a lo largo del eje del reactor no están necesariamente separados por una cámara de expansión, incluso si se prefiere esta característica.

5 Por ejemplo, dos primeros bloques pueden ser adyacentes o estar separados por una cámara de expansión.

El número y la forma de las cámaras de expansión pueden ser diversos. En particular, una cámara de expansión puede estar prevista corriente abajo del bloque más corriente abajo del reactor.

10 La cámara de expansión puede recibir lodo de otros canales diferentes de los primeros canales, por ejemplo de segundos canales.

15 El número de reactores en el circuito de tratamiento no es limitativo. En particular, en un modo de realización, el circuito de tratamiento comprende dos reactores en paralelo y unas válvulas que permiten al lodo activado atravesar selectivamente sólo el primer reactor, sólo el segundo reactor o los dos reactores. Se simplifica así el mantenimiento de la planta de depuración.

20 El tamaño de la planta de depuración no es tampoco limitativo. La planta de depuración puede ser en particular una planta de depuración urbana, por ejemplo adecuada para el tratamiento de las aguas residuales de una población superior a 20000, superior a 50000, superior a 100000, superior a 200000, incluso superior a 300000 habitantes.

Un reactor puede ser dimensionado en particular para el tratamiento de más de 20, más de 40, incluso más de 60 m<sup>3</sup> por hora.

25

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Planta de depuración con lodo activado (26) que comprende un circuito de tratamiento (30) provisto de un reactor (10) en el que el lodo activado, que comprende unas bacterias filamentosas, atraviesa una pluralidad de primeros canales (20) delimitados por una pared interior de un material dieléctrico y al menos una cámara de expansión (24), siendo el diámetro interior equivalente de los primeros canales superior a 2 mm e inferior a 50 mm, y desembocando los primeros canales, hacia la parte corriente abajo, en dicha cámara de expansión, estando dicho circuito de tratamiento configurado para generar la cavitación en la cámara de expansión.
- 10 2. Planta de depuración según la reivindicación anterior, en la que dicho material dieléctrico se selecciona entre politetrafluoroetileno, nylon, polipropileno, policloruro de vinilo, o una mezcla de estos materiales.
- 15 3. Planta de depuración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el reactor comprende unos canales de alimentación de lodo de la cámara de expansión, siendo la relación  $S/\Sigma$  superior a 10 e inferior a 1000,
- designando S la sección de la cámara de expansión (24) medida en un plano transversal inmediatamente corriente abajo de la región en la que los canales de alimentación de lodo (20) desembocan en la cámara de expansión;
- 20 - designando  $\Sigma$  la suma de las secciones transversales de dichos canales de alimentación medidas en un plano transversal inmediatamente corriente arriba de la región en la que desembocan en la cámara de expansión.
4. Planta de depuración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, siendo el número de primeros canales superior a 3 e inferior a 100.
- 25 5. Planta de depuración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los primeros canales son rectilíneos, paralelos entre sí, y presentan una longitud comprendida entre 20 y 40 mm y una sección transversal sustancialmente constante sobre toda su longitud, siendo el diámetro interior equivalente de dichos primeros canales comprendido entre 2 y 15 mm.
- 30 6. Planta de depuración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el reactor comprende una pluralidad de segundos canales que desembocan en dicha cámara de expansión y delimitados por una pared interior de un material conductor eléctricamente apto para servir de ánodo de sacrificio.
- 35 7. Planta de depuración según la reivindicación anterior, en la que los primeros canales desembocan en dicha cámara de expansión sin estar en frente de los segundos canales.
8. Planta de depuración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una bomba (40) dispuesta para generar, durante su funcionamiento, un flujo de lodo activado a través del reactor, y un dispositivo de control programado para hacer funcionar dicha bomba por intermitencia.
- 40 9. Planta de depuración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos una cámara de cizallamiento corriente abajo de la cual la velocidad del lodo activado aumenta por penetración en unos canales de evacuación.
- 45 10. Procedimiento de destrucción de bacterias filamentosas contenidas en un líquido, que consiste en hacer pasar dicho líquido a través de un reactor conforme al utilizado en una planta de depuración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

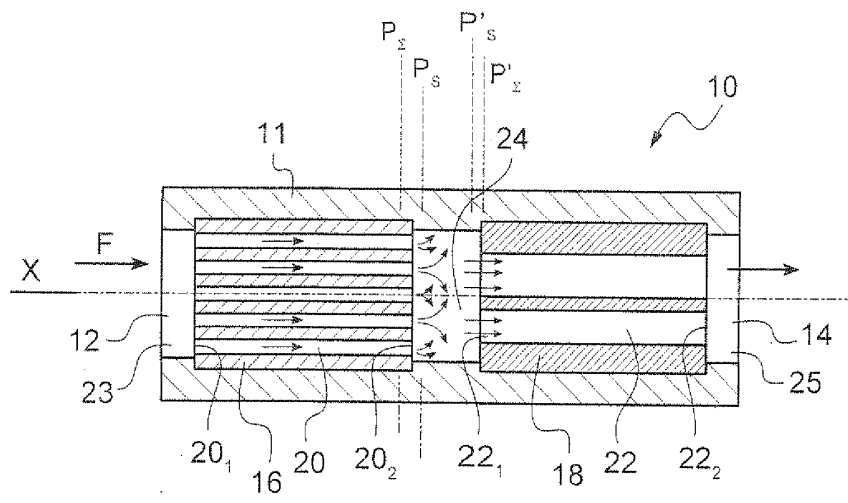


Fig.1

Fig.2

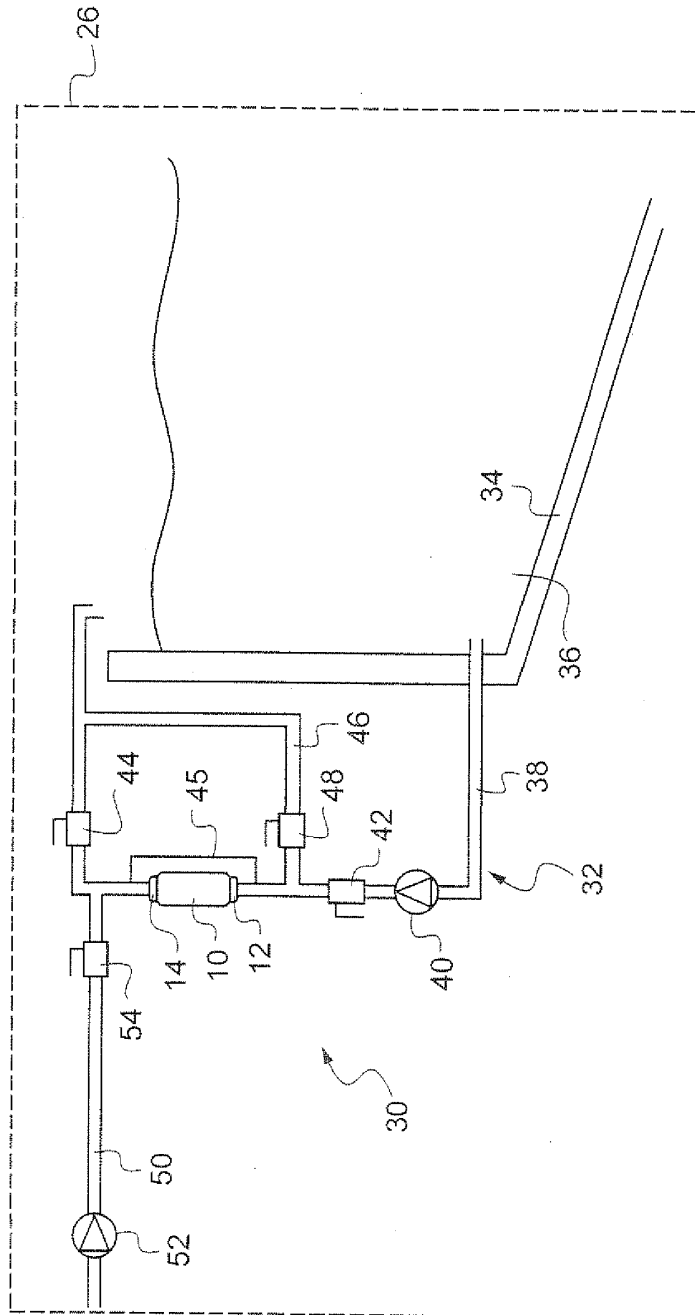


Fig.3

