



INSTITUTO NACIONAL
DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

(11) Número de Publicação: **PT 1340720 E**

(51) Classificação Internacional:

C02F 3/10 (2006.01) **C12M 1/40** (2006.01)
C12N 11/08 (2006.01) **C02F 3/12** (2006.01)
C02F 3/22 (2006.01) **C02F 3/28** (2006.01)

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: **2003.02.18**

(30) Prioridade(s): **2002.02.18 SE 0200459**

(43) Data de publicação do pedido: **2003.09.03**

(45) Data e BPI da concessão: **2006.09.25**
001/2007

(73) Titular(es):

ANOXKALDNES AS

P.O. BOX 2011 3103 TONSBERG

NO

(72) Inventor(es):

ANDERS LÖFQVIST

THOMAS WELANDER

SE

SE

(74) Mandatário:

MARIA SILVINA VIEIRA PEREIRA FERREIRA

RUA CASTILHO, N.º 50, 5º - ANDAR 1269-163 LISBOA

PT

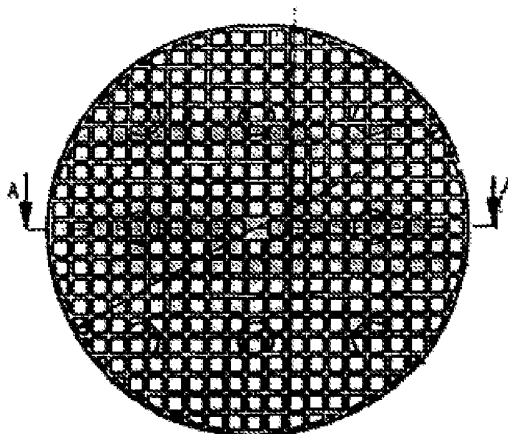
(54) Epígrafe: **MÉTODO PARA A PURIFICAÇÃO BIOLÓGICA DE ÁGUA E ÁGUA RESIDUAL**

(57) Resumo:

RESUMO

"MÉTODO PARA A PURIFICAÇÃO BIOLÓGICA DE ÁGUA E ÁGUA RESIDUAL"

Método para a purificação biológica de água, tal como água residual, utilizando um material transportador, em que a água é tratada num reaktor contendo transportadores para o desenvolvimento de biopelícula. Estes transportadores são mantidos em movimento na água e são concebidos de modo que os mesmos têm passagens ou compartimentos bem definidos proporcionando uma superfície para a formação de biopelícula, a qual é protegida contra colisão com as superfícies de outros transportadores. O transportador tem uma largura ou diâmetro superior a 20 mm, a área protegida é superior a $1000 \text{ m}^2/\text{m}^3$ do volume do elemento transportador, o comprimento das passagens ou a profundidade dos compartimentos nos elementos transportadores como um valor médio é inferior a 6 mm ou inferior a 3 mm, respectivamente, e a proporção entre os comprimentos das passagens ou as profundidades dos compartimentos e a dimensão mais longa das aberturas de entrada às passagens ou compartimentos, respectivamente, é inferior a 3.



DESCRIÇÃO
"MÉTODO PARA A PURIFICAÇÃO BIOLÓGICA DE ÁGUA E ÁGUA
RESIDUAL"

A invenção relaciona-se com um método para a purificação biológica de água, tal como água residual, em que é utilizado um material transportador.

Na purificação biológica da água ou água residual, a água é passada por algum tipo de reactor (um recipiente ou outro espaço) em que são utilizados microrganismos para converter as impurezas existentes na água em produtos finais seguros, tais como dióxido de carbono e água. A purificação pode ser realizada com o fornecimento de ar (aerobicamente) ou sem o fornecimento de ar (anaerobicamente). A fim de aumentar a eficiência do processo de purificação, é comum ter como objectivo um elevado teor de microrganismos no processo impedindo que tais organismos escapem juntamente com a água purificada, permitindo que os microrganismos se desenvolvam em suspensão no reactor e separando-os da água num passo de separação depois do reactor e retornando os microrganismos ao reactor (por exemplo, o processo de sedimento activado) ou introduzindo algum tipo de material transportador no processo em cujas superfícies os microrganismos podem desenvolver-se como uma biopelícula e, deste modo, serem retidos no processo (o processo de biopelícula). Há também misturas destes dois tipos de processos, referidos como processos híbridos, em que o material transportador é introduzido no processo de sedimento activado, de modo que os microrganismos em suspensão, bem como os microrganismos

a desenvolverem-se na biopelícula possam ser utilizados no processo.

O processo de biopelícula tem várias vantagens em comparação com o processo de sedimento activado, *inter alia*, pode-se utilizar cargas maiores e os processos de biopelícula são substancialmente menos sensíveis a variações e a distúrbios. A maioria dos processos de biopelícula têm por base o empacotamento de material transportador no reactor de purificação, os referidos materiais compreendendo encher corpos ou blocos que são mantidos fixos e imóveis no processo. Estas formas de realização do processo envolvem o risco de obstrução do leito de biopelícula por biomassa ou outro material em partículas e a formação de zonas mortas no processo, em que o contacto entre a água e os microrganismos activos é insatisfatório.

Num outro tipo de processo de biopelícula que tem tido êxito durante os últimos anos, utiliza-se um material transportador que é mantido em suspensão e em movimento no processo, referido como processo RBLM, "Reactor de Biopelículas de Leito Móvel". O material transportador com os microrganismos a formarem-se no mesmo é mantido no processo passando a água de saída através de um filtro (crivo ou grelha) tendo um diâmetro de abertura ou largura de fenda que é tão pequeno que o material transportador não pode passar através do mesmo. A vantagem deste tipo de processo é, *inter alia*, que o risco de obstrução do leito e a formação de zonas mortas são eliminados.

A utilização de um material transportador que é mantido em suspensão e em movimento no processo foi

originalmente registado para diferentes pedidos de processos híbridos, isto é, foram fornecidos transportadores em suspensão aos processos de sedimento activado com a finalidade de melhorar o função dos mesmos. Os transportadores que foram utilizados para esta finalidade incluem pedaços de borracha em espuma (documento EP 0 142 123), tipos diferentes de enchimento de corpos cilíndricos (Bundesministerium für Forschung und Technologie, "*Einsatz von Schwebekörper zur Erhöhung der..*" por Dr. D. Dengler, H. Lang, A. Baum, Forschungsbericht 02 WA 8538, Janeiro de 1988, páginas 12 e 13), transportadores incluindo corpos semiesféricos com paredes internas (documento DE 30 17 439), transportadores semelhantes a ouriços-cacheiros, esferas perfuradas e placas cruzadas (documento EP 0 058 974).

O primeiro processo genuíno de biopelícula com material transportador em suspensão (RBLM) foi apresentado no início da década de noventa (documento EP 0 575 314 B1) e, rapidamente, teve muito êxito. O processo tem como base a utilização de um material transportador com uma superfície que é, pelo menos, 1,5 vezes maior do que a superfície de elementos lisos tendo as mesmas dimensões e uma densidade que varia de 0,90 a 1,20, sendo a superfície parcialmente protegida contra o desgaste contra os outros elementos transportadores e com paredes que permitem a ampla passagem de água através dos transportadores. A forma de realização preferida destes transportadores compreende pedaços de um tubo tendo repartições internas e aletas externas. Tais transportadores tendo um diâmetro que varia de 8 a 15 mm foram utilizados com êxito em mais de 150 instalações do processo RBLM à escala total.

Transportadores semelhantes para o processo RBLM são descritos nos Resumos de Patentes do Japão, Vol. 14, No. 509, em que os transportadores são descritos como elementos semelhantes a tubos com um diâmetro externo na gama de 2 a 20 mm, uma densidade na gama de 1,0 a 1,02, uma proporção entre o comprimento e o diâmetro na gama de 0,3 a 3,0 e várias aberturas longitudinais através do transportador tendo cada uma delas, um diâmetro de pelo menos 1 mm.

Os transportadores que compreendem pedaços de tubos extrudidos deste tipo os quais foram desenvolvidos para o processo RBLM foram utilizados também em processos híbridos (material de marketing da EVU Entwicklung von Umwelttechnik GmbH; material de marketing da Conor Pacific Environmental Technologies Inc.).

Uma vez que os transportadores no processo RBLM são expostos a repetidas colisões uns com os outros, as superfícies que estão expostas aos outros transportadores são mantidas livres de formação de biopelícula. Deste modo, a eficiência do processo é altamente dependente da área que é protegida contra colisões, por exemplo, em passagens internas ou compartimentos (orifícios do fundo) nos transportadores. A intenção de ter grandes áreas protegidas, inicialmente implicou em serem utilizados apenas pequenos transportadores, menores de 15 mm, no processo RBLM. Os especialistas na arte consideravam impossível proporcionar uma área protegida suficientemente grande para grandes transportadores, superiores a cerca de 15 mm, sem que o transporte da água, impurezas e oxigénio para a biopelícula fosse muito dificultado. Num outro desenvolvimento foram identificados os parâmetros críticos que são necessários a fim de garantir um transporte de

massa satisfatório também em transportadores maiores tendo uma área protegida relativamente grande (documento EP 0 750 591). Em muitas aplicações, particularmente quando a água residual contém muitas partículas, é uma vantagem utilizar grandes transportadores pelo facto de se poder utilizar grelhas ou peneiras tendo grandes aberturas para manter estes transportadores no processo. Numa forma de realização disponível no mercado este transportador é definido como um elemento transportador cilíndrico construído por paredes radiais que são interconectadas a uma estrutura semelhante a uma roda de turbina, que é aberta no centro. Transportadores deste tipo em tamanhos que variam de 30 a 60 mm e tendo uma área protegida de até cerca de $300 \text{ m}^2/\text{m}^3$ de volume aparente do transportador foram utilizados com êxito em cerca de 50 instalações RBLM. Com estas formas de realização do estado da técnica anterior não foi possível, no entanto, utilizar grandes transportadores na prática, $>15 \text{ mm}$ com uma área protegida efectiva de $>400 \text{ m}^2/\text{m}^3$ de volume aparente do transportador sendo envolvida no transporte de massa para a biopelícula. Isto está também explicado no documento EP 0 750 591. "Se os elementos transportadores forem concebidos de modo a ter uma superfície muito grande, $>500 \text{ m}^2/\text{m}^3$, pode, no entanto, ser difícil evitar que as passagens através do elemento transportador sejam tão estreitas que as mesmas sejam interrompidas pelo desenvolvimento". $>500 \text{ m}^2/\text{m}^3$ refere-se ao volume do elemento transportador $\approx 400 \text{ m}^2/\text{m}^3$ do volume aparente.

Para os transportadores pequenos, $<15 \text{ mm}$, de acordo com as formas de realização do estado da técnica anterior, um limite prático para a área protegida efectiva que pode

ser obtido sem limitações de transporte de massa, tem sido de cerca de $500 \text{ m}^2/\text{m}^3$ do volume aparente do transportador.

O objectivo principal da presente invenção é aumentar, de forma considerável, a capacidade dos processos RBLM e híbrido e a invenção relaciona-se com um método para a purificação biológica da água em que a água é fornecida a um reactor contendo transportadores para a formação de biopelícula, que são mantidos em movimento na água dentro do reactor e são dimensionados para serem retidos no reactor por meio de um filtro que permite a descarga da água do reactor através das aberturas do filtro e que têm passagens ou compartimentos bem definidos que proporcionam uma superfície para o desenvolvimento da biopelícula que é protegida contra a colisão com superfícies de outros elementos transportadores.

O referido objectivo é alcançado por meio do método da invenção tendo os propriedades de caracterização de acordo com a reivindicação 1, como uma consequência disto o material transportador combina um tamanho grande em duas dimensões com uma área protegida efectiva que é consideravelmente maior do que a das formas de realização do estado da técnica anterior, sem problema sendo envolvido no transporte da massa para a biopelícula.

A utilização de transportadores de acordo com a invenção proporciona grandes vantagens em comparação com a utilização de transportadores de acordo com as formas de realização do estado da técnica, devido ao facto de poderem ser proporcionadas no processo superfícies protegidas efectivas consideravelmente maiores, que aumentam a capacidade do processo e proporcionam a possibilidade de

reduzir, de forma substancial, o volume do reactor de purificação.

Pela análise do estado da técnica anterior discutida acima, não ficou obvio para o especialista na técnica conceber os transportadores utilizados no método da invenção conforme definido na reivindicação 1 a fim de obter um aumento substancial da eficiência dos processos RBLM ou nos processos híbridos.

As propriedades vantajosas da invenção estão definidas nas reivindicações dependentes.

A fim de explicar a invenção em mais pormenor, serão descritas adiante duas formas de realização, sendo feitas referências aos desenhos associados em que:

As **FIGS. 1 e 2** são uma vista lateral e uma vista em corte transversal, respectivamente, de uma primeira forma de realização do elemento transportador de acordo com a invenção, sendo a vista em corte transversal tomada ao longo da linha A-A na FIG. 1, e

as **FIGS. 3 e 4** são vistas semelhantes às FIGS. 1 e 2 e revelam uma segunda forma de realização de acordo com a invenção.

O elemento transportador de acordo com a primeira forma de realização pode ser descrito como uma placa circular tendo uma pluralidade de passagens formadas por aberturas de passagens quadradas através da placa com paredes que proporcionam uma superfície protegida contra o desgaste contra os outros elementos transportadores. O

diâmetro do elemento transportador é de 30 mm. A espessura da placa na direcção da passagem é de 2 mm e as aberturas têm o comprimento lateral de 1 mm o que proporciona uma área protegida de cerca de $1950 \text{ m}^2/\text{m}^3$ do volume do elemento transportador e uma proporção entre o comprimento das passagens e a dimensão maior das aberturas (a diagonal) de 1,4. De um modo geral, o diâmetro do elemento transportador ou a largura deste deve ser superior a 20 mm, o comprimento das passagens deve ser inferior a 6 mm e a proporção entre o comprimento das passagens e a dimensão mais longa das aberturas de entrada deve ser inferior a 3, de preferência inferior a 2,5, particularmente, inferior a 2. A área protegida deve ser, de um modo geral, de pelo menos $1000 \text{ m}^2/\text{m}^3$ do volume do elemento transportador, de preferência, pelo menos $1250 \text{ m}^2/\text{m}^3$ do volume do elemento transportador, particularmente, de pelo menos $1500 \text{ m}^2/\text{m}^3$ do volume do elemento transportador.

O transportador de acordo com a segunda forma de realização pode ser descrito como uma placa octogonal tendo uma pluralidade de orifícios inferiores circulares dentro da placa de ambos os lados, que formam compartimentos e proporcionam uma superfície protegida contra o desgaste contra outros transportadores. O diâmetro do transportador sobre os cantos é de 52 mm. A espessura da placa é de 4,5 mm. A profundidade dos compartimentos é de 2 mm e o diâmetro das aberturas de entrada dos compartimentos é de 1,5 mm o que proporciona uma área protegida de $1330 \text{ m}^2/\text{m}^3$ do volume do elemento transportador e uma proporção entre a profundidade dos compartimentos e a dimensão mais longa (o diâmetro) das aberturas de 1,33.

No método da invenção a água, tal como água residual é fornecida a um espaço tal como um recipiente, referido como um reactor, contendo os transportadores da invenção, por exemplo, de uma ou da outra formas de realização descritas acima. Os transportadores são mantidos em movimento na água no reactor de onde a água é descarregada através das aberturas de um filtro. Os transportadores devem ser dimensionados em relação às aberturas do filtro levando em consideração os parâmetros da invenção, de tal modo que os mesmos não passem através das aberturas do filtro mas são retidos no reactor.

A combinação de um tamanho, área, comprimento de passagem e profundidade de compartimento, respectivamente, e a dimensão da abertura de entrada em relação ao comprimento da passagem ou a profundidade do compartimento, respectivamente, conforme explicado acima, proporciona um transportador tendo propriedades substancialmente melhoradas em processos RBLM ou híbridos em relação aos transportadores utilizados anteriormente. Uma propriedade muito importante da invenção é que o comprimento da passagem ou a profundidade do compartimento, respectivamente, são adaptados à dimensão das aberturas de entrada de acordo com a proporção mencionada acima.

Em comparações extensas entre a invenção e as formas de realização preferidas dos transportadores do estado da técnica anterior, verificou-se que a invenção proporciona uma capacidade consideravelmente maior de processos RBLM ou híbridos. Em comparações relacionadas com a nitrificação de águas residuais municipais em três processos RBLM paralelos, cada um cheio com material transportador até 50%

do volume do reactor de processo as capacidades foram registadas de acordo com a Tabela 1 adiante.

Deste modo, a capacidade do processo poderia ser aumentada em pelo menos 3 vezes utilizando o material transportador de acordo com a invenção.

Tabela 1

Comparação entre a invenção e a utilização de material transportador do estado da técnica anterior	
Tipo de transportador	Taxa de nitrificação, g NH₄-N/m³ reactor, h
K1 (documento EP 0 575 314 B1)	11,5
Natrix 10/10 (documento EP 0 750 591)	8,3
A invenção, a forma de realização de acordo com a FIG. 1	34,1

Lisboa, 21 de Novembro de 2006

REIVINDICAÇÕES

1. Método para a purificação biológica de água, em que a água é fornecida a um reactor contendo transportadores para o desenvolvimento de biopelícula, os quais são mantidos em movimento na água dentro do reactor e são dimensionados para serem retidos no reactor por meio de um filtro que permite a descarga da água do reactor através das aberturas do filtro e que têm passagens ou compartimentos bem definidos que proporcionam uma superfície para a formação da biopelícula que é protegida contra a colisão com superfícies de outros transportadores, **caracterizado por** o elemento transportador ter uma largura ou diâmetro superior a 20 mm, por a área protegida ser superior a $1000 \text{ m}^2/\text{m}^3$ de volume do elemento transportador, de preferência superior a $1250 \text{ m}^2/\text{m}^3$ de volume do elemento transportador, particularmente superior a $1500 \text{ m}^2/\text{m}^3$ de volume do elemento transportador, por o comprimento das passagens ou a profundidade dos compartimentos, respectivamente, no transportador como um valor médio ser inferior a 6 mm ou inferior a 3 mm, respectivamente, de preferência inferior a 4,5 mm ou 2,5 mm, respectivamente, particularmente, inferior a 3 mm ou 2 mm, respectivamente, e por a proporção entre o comprimento da passagem ou da profundidade do compartimento e a dimensão mais longa das aberturas de entrada das passagens ou compartimentos, respectivamente, ser inferior a 3, de preferência, inferior a 2,5, particularmente inferior a 2.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, em que o elemento transportador é uma placa tendo uma pluralidade de aberturas que formam as referidas passagens.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, em que o elemento transportador é uma placa tendo uma pluralidade de orifícios cegos que formam os referidos compartimentos, que se entendem pela placa de ambos os lados da mesma.

4. Método de acordo com qualquer das reivindicações 1-3, em que a biomassa em suspensão em água descarregada é separada da água e retornada ao reactor, de modo que o reactor conterá a biomassa em suspensão na água dentro do mesmo, bem como a biomassa que se forma sobre os transportadores.

Lisboa, 21 de Novembro de 2006

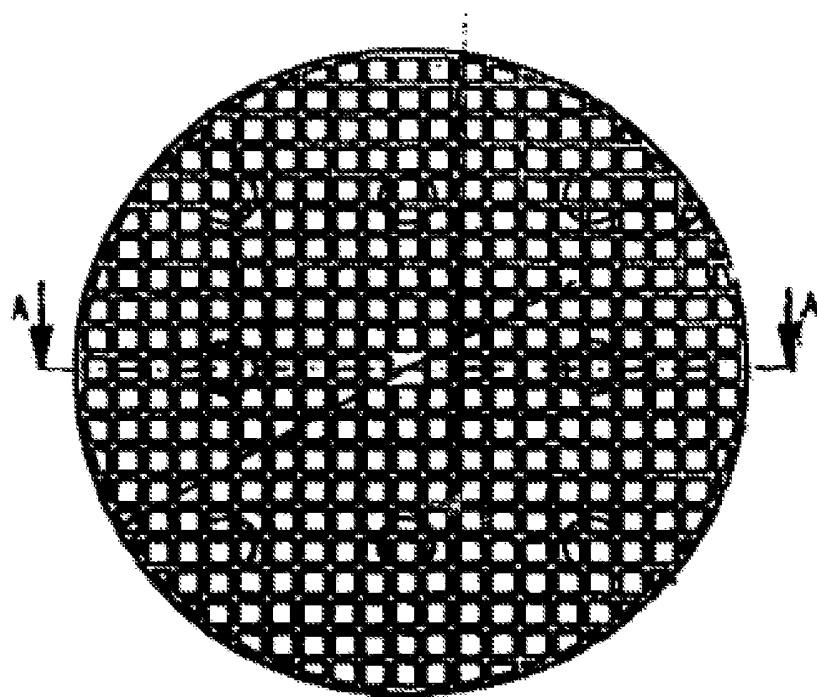


FIG. 1.



FIG. 2.

FIG. 3.

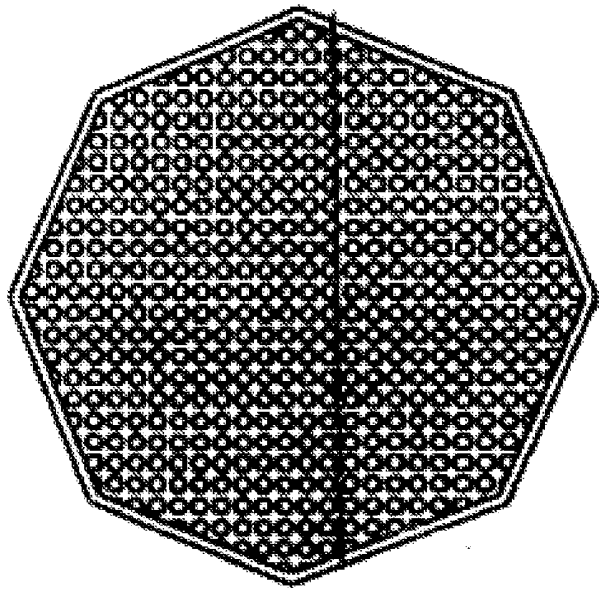


FIG. 4.

