



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0907095-8 B1



(22) Data do Depósito: 28/01/2009

(45) Data de Concessão: 16/04/2019

(54) Título: TANQUE DE REATOR, MÉTODO PARA TRATAMENTO BIOLÓGICO DE ÁGUA DE ALIMENTAÇÃO EM UM TANQUE DE REATOR, E, USO DE UM REATOR

(51) Int.Cl.: C02F 3/30.

(30) Prioridade Unionista: 28/01/2008 NO 20080493; 28/01/2008 GB 0801518.2.

(73) Titular(es): BIOWATER TECHNOLOGY AS.

(72) Inventor(es): JIRACHOTE PHATTARANAWIK; TOR OVE LEIKNES.

(86) Pedido PCT: PCT NO2009000032 de 28/01/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/096797 de 06/08/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 28/07/2010

(57) Resumo: TANQUE DE REATOR, MÉTODO PARA TRATAMENTO BIOLÓGICO DE ÁGUA DE ALIMENTAÇÃO EM UM TANQUE DE REATOR, E, USO DE UM REATOR A invenção se refere a um reator para tratamento de águas residuais, para serem submetidas tanto a um tratamento anóxico/anaeróbico quanto aeróbico dentro de um único volume de reator. A zona de reação anóxica/anaeróbica é separada a partir da zona de reação aeróbica por um separador que também funciona como um separador hidrodinâmico entre as duas zonas de reação. O reator torna possível que a água efluente tenha uma proporção inferior de sólidos suspensos e também que produza menos lama que os reatores de comparação. O reator é adicionalmente mais eficiente em termos de energia que os reatores da técnica anterior. Vários reatores de acordo com a invenção podem ser arranjados em paralelo de modo que as águas residuais de entrada podem ser tratadas de uma maneira residual, e permitindo assim que a manutenção das unidades seja facilitada.

“TANQUE DE REATOR, MÉTODO PARA TRATAMENTO BIOLÓGICO DE ÁGUA DE ALIMENTAÇÃO EM UM TANQUE DE REATOR, E, USO DE UM REATOR”

Introdução

[001] A presente invenção se refere a um método para tratar águas residuais em que as águas residuais são arranjadas para serem tratadas em um único reator geralmente composto de duas zonas de reação. O reator é arranjado para tratar água tanto anoxicamente/anaerobicamente e aerobicamente dentro de um único volume de reator. De acordo com a invenção o reator é particularmente bem adaptado para tratar águas residuais industriais, municipais, agrícolas ou outras águas residuais. Isto proporciona que preferivelmente uma grande proporção dos sólidos suspensos deva ser removida da água de alimentação, bem como a remoção tanto quanto possível de qualquer material biológico no efluente tratado a partir do reator. O reator de acordo com a invenção é arranjado para reduzir um sólido suspenso no efluente tratado a partir do reator e reduzindo assim a necessidade de processos de pós-tratamentos do efluente tais como sedimentações físicas/químicas, reduzindo o consumo de água para limpar o reator e o processo de pós-tratamento e reduzindo significativamente um uso de produtos químicos para o pós-tratamento, bem como facilitando a manutenção do reator. A redução de água e do uso de produto químico é de interesse particular de um ponto de vista ambiental. O reator de acordo com a invenção é adicionalmente arranjado para reduzir quantia de excesso de lama aeróbico e reduzindo assim a necessidade do pós-tratamento do descarte de lama, tal como desidratação de lama convencional, estabilizador de lama convencional, desinfecção química ou outras técnicas de pós-tratamento. Devido ao novo e inventivo projeto do reator, a presente invenção pode também reduzir as exigências de energia para tratar água.

Antecedentes da Invenção

[002] Reatores biológicos ou biorreatores foram amplamente usados para degradar biologicamente contaminantes tais como substâncias orgânicas ou inorgânicas biologicamente consumíveis e em águas residuais municipais e industriais em sistemas de tratamento. Tipicamente, existem dois tipos de reatores biológicos comercialmente usados: i) reatores de lama ativada, e ii) reatores de biofilme. Os projetos convencionais para sistemas de tratamento de águas residuais que usam a os convencionais reatores de lama ativada e biofilme requerem uma unidade para lama ou de separação de partícula para remover algum sólido suspenso nos efluentes a partir dos reatores depois de os efluentes serem descarregados em reservatórios de água natural. Os custos de capital para os sistemas de tratamento de águas residuais e também os custos de operação tais como o consumo de eletricidade e o uso de produtos químicos seriam reduzidos se a unidade de separação de partículas não fosse requerida.

[003] A manutenção periódica dos convencionais sistemas de tratamento de águas residuais biológicas resulta em custo adicional e perda em produtividade de efluente limpo. Além disto, os reatores biológicos aeróbicos de lama ativada e de biofilme para os sistemas de tratamento de águas residuais necessitam de gestão adicional para os descartes de lama e, assim, incorrem em custos adicionais para o sistema de manipulação de lama. A lama em excesso a partir dos reatores biológicos aeróbicos da técnica anterior é requerida que seja apropriadamente gerida e adequadamente descartada.

[004] Altas concentrações de sólidos suspensos nos efluentes, altas viscosidades nos efluentes e gestão de lama em excesso nos convencionais reatores biológicos de lama ativada aeróbica causam dificuldades operacionais e incorrem em custos de capital adicionais dos sistemas de tratamento de águas residuais totais e sistemas de produção de águas limpas.

[005] A presente invenção é arranjada para manusear pelo menos alguns dos problemas que resultam de produção de sólidos altamente suspensos e lama aeróbica excessiva nos sistemas de tratamento de água de alimentação e, assim, reduzir significativamente os custos de operação e manutenção nos sistemas de tratamento de água de alimentação biológica.

[006] A presente invenção provê um novo reator biológico projetado para controlar o sólido suspenso no reator, para reduzir a quantia de lama aeróbica excessiva produzida a partir de digestão aeróbica, e para produzir um efluente que tem uma concentração relativamente baixa de sólidos suspensos.

Antecedentes Biológicos Gerais

[007] A composição das águas residuais pode variar a partir de uma sociedade de produção de águas residuais para outra, e depende da qualidade da água, do uso e práticas de conservação, atributos culturais, atividade industrial e tipos de tratamento industrial executado no local. Um problema causado por despejo de águas residuais não tratadas em um receptor é a eutroficação do receptor devido à introdução de substâncias nutricionais (nitrogênio, fósforo e matéria orgânica) que são fatores de limitação para o crescimento biológico. O despejo de águas residuais não tratadas em um ambiente incorre no risco de espalhamento de organismos patogênicos e o acúmulo e armazenamento de vários metais pesados. Reatores biológicos são usados para biodegradar substâncias orgânicas ou inorgânicas em águas residuais municipais e industriais em sistemas de tratamento.

[008] O tratamento de águas residuais anaeróbicas/anóxicas é o tratamento biológico de águas residuais geralmente sem fornecimento de ar ou oxigênio elementar. Os compostos orgânicos das águas residuais podem ser convertidos por micro-organismos anaeróbicos/anóxicos e produzir gás contendo uma grande proporção de metano e algum dióxido de carbono, conhecido como biogás.

[009] A desnitrificação tem lugar em um ambiente

anaeróbico/anóxico por bactérias anaeróbicas/anóxicas. O processo de desnitrificação em um ambiente anóxico pode converter nitrito/nitrato em gás de nitrogênio, que é geralmente inócuo se liberado para a atmosfera. Nitrato pode ser indesejado no efluente e facilmente levado para a água subterrânea onde ele pode desempenhar um papel importante nos processos de eutroficação.

[0010] No campo de engenharia das águas residuais, as substâncias orgânicas podem ser medidas pela quantidade de oxigênio que elas recebem para oxidá-las quimicamente. Esta quantidade de oxigênio é referida como a "Demanda Química de Oxigênio" (DQO), que é basicamente uma medida de teor de matéria orgânica ou concentração. Uma grande fração de DQO em águas residuais pode ser biodegradável e assim convertida em lama, que é cara de ser removida e requer pós-tratamento. Um equipamento de tratamento de águas residuais anaeróbicas é essencialmente uma "fábrica de lama residual". Oxigênio deve continuamente ser fornecido por aeração das águas residuais a grande dispendio de energia para operar os aeradores.

[0011] Nitrificação pode ter lugar na zona aeróbica biológica. Nitrificação é uma oxidação biológica de amônia com oxigênio para formar nitrito, seguida pela oxidação daqueles nitritos para formar nitratos. Um problema principal abordado pela presente invenção é que a quantidade de componentes indesejados em águas residuais deve ser reduzida para impedir a poluição por meio da saída de efluente.

Fundamentos da Técnica Anterior

[0012] Um grande número de sistemas de tratamento de água existente já está em uso e é conhecido da técnica anterior. Alguns dos mais pertinentes com respeito à presente invenção são descritos abaixo. A publicação de patente alemã DE 19758486A1, "Método e dispositivo para remoção biológica de nitrogênio a partir de águas residuais", descreve um reator de tanque vertical compreendendo uma zona de reação aeróbica em

uma porção inferior e uma zona de reação aeróbica na porção superior. As duas zonas de reação são separadas por uma placa de bocal horizontal, cuja finalidade é a de impedir que lama a partir da zona aeróbica superior migre para a zona anaeróbica inferior. Reações anaeróbicas têm lugar em um filtro denso de pequeno tamanho de partícula, filtro este que preenche o diâmetro do tanque. Reações aeróbicas têm lugar em um filtro menos denso de grande tamanho de partículas, que também preenche o diâmetro do tanque. Águas residuais são bombeadas através de uma entrada de base e para dentro do filtro inferior, na zona anaeróbica. O filtro inferior coleta partículas de resíduo e permite que água com gás de nitrogênio produzido passe para cima para dentro do filtro superior mais grosso na zona aeróbica. Uma linha de ar bombeia oxigênio para dentro do tanque abaixo do filtro superior. Os processos aeróbicos que têm lugar do filtro superior produzem uma maior proporção de lama. Resíduo a partir do filtro inferior e a partir do filtro superior é removido por manutenção do processo inteiro do tanque, e usando o reservatório de água limpa superior to rente o sistema inteiro na direção de gravidade, e drenando o tanque através de a entrada de base, que é agora uma saída.

[0013] O resumo da patente Japonesa JP01231994 publicada em 18.09.1989: "Equipamento de tratamento de águas servidas", também descreve um tanque vertical para escoar para cima águas residuais através de uma zona de leito de filtro de reação anaeróbica inferior e adicionalmente através de uma zona de reação aeróbica superior.

[0014] Gases, tais como nitrogênio e dióxido de carbono, que podem se formar na zona de reação anaeróbica inferior, são aprisionados por uma assim chamada parede de divisão que é constituída por um dispositivo em forma de funil concêntrico duplo acima do leito de filtro anaeróbico. Os gases são desviados para fora do tanque de uma linha de gás a partir das partes superiores do dispositivo em funil. Água proveniente da zona de reação

anaeróbica inferior passa para cima através da parede de divisão em forma de funil e para dentro de uma zona de reação de leito de filtro aeróbico superior que é provida por oxigênio a partir de baixo por uma linha de oxigênio imediatamente acima da parede de divisão em forma de funil. A água é tratada por organismos aeróbicos aderidos ao material suspenso no material de leito de filtro na zona aeróbica. O material de leito de filtro deve ser ou limpo ou trocado. O efluxo de tal material de leito de filtro suspenso é impedido por uma rede de prevenção de efluxo de leito de filtro no topo do leito de filtro superior. água purificada é coletada a partir de cima da rede de prevenção superior. O resumo da patente Japonesa JP09253687, publicada em 30.09.1997, "Tratamento anaeróbico e aeróbico e aparelho para águas residuais", também descreve um arranjo de tanque vertical. A água é conduzida para cima a partir da zona acondicionada anaeróbica inferior para a zona acondicionada anaeróbica superior e uma saída para água purificada é arranjada no topo. Um dispositivo de aeração forma a separação entre a zona aeróbica superior e a zona anaeróbica inferior Um aparelho de agitação é arranjado abaixo do leito acondicionado inferior.

[0015] A patente US6063273 publicada em 16.05.2000, "Aparelho para a purificação biológica de águas residuais" também descreve um arranjo de tanque vertical com uma zona anaeróbica inferior, um assim chamado reator UASB, e uma separação separando a zona inferior a partir de uma zona aeróbica superior. efluentes anaeróbicos são permitidos que passem para cima através da separação e para dentro da zona de reação aeróbica. Um alçapão de coleta de gás é arranjado acima da zona anaeróbica. Um separador de flotação é arranjado sobre o reator aeróbico para separar biomassa a partir da água purificada. A biomassa em excesso produzida na zona aeróbica descrita nesta patente US seguirá o excesso de água correndo da base da zona aeróbica e para cima através de um tubo para uma câmara de flotação, em que bolhas de ar levam a biomassa em excesso como flocos para a superfície da

água da câmara de flotação. Na superfície, os flocos são permitidos que corram para fora via um arranjo de raspadeira através de um canal de tronco de tanque de lama arranjado centralmente e são removidos a partir do sistema. A US6063273 menciona particularmente na col. 1, linhas 47-50: "Como o resultado do fato de que o escoamento no reator aeróbico pode ser bastante turbulento, a biomassa anaeróbica não pode cair de volta no interior do reator anaeróbico, o que afeta adversamente a eficiência de purificação". Adicionalmente, a partir das linhas 59-65 destacamos "A separação assegura, dentre outros, que a lama anaeróbica não chegue até o reator aeróbico e a lama aeróbica não pode abaixar para o interior do reator anaeróbico." As frases citadas mostram que as duas zonas de reação estão estritamente separadas, e que elas não trocam material. Para remover o excesso de biomassa aeróbica produzido a partir do líquido purificado, um aparelho de separação de flotação é montado no topo do reator aeróbico. A patente Norueguesa NO320361 descreve um reator de manta de lama de escoamento ascendente, modificado, que tem a característica adicional em relação aos reatores UASB acima mencionados UASB de ter uma linha de fornecimento de oxigênio também abaixo da zona anaeróbica. O uso da linha de oxigênio adicional pode promover o crescimento de uma biomassa facultativa e de uma biomassa aeróbica, assim os processos do reator podem correr alternando nos modos anaeróbicos e aeróbicos, que podem ser usados durante as condições cambiantes durante o ano. Existem algumas desvantagens que são comuns a todos dos cinco aparelhos acima mencionados. A lama produzida na zona anaeróbica inferior é removida do tanque separadamente a partir da lama produzida na zona aeróbica superior. Quando as duas zonas são separadas, e a zona aeróbica não é pura, muito oxigênio é requerido, o que requer muita energia. Lama produzida na zona aeróbica deve geralmente, na técnica anterior, ser removida mecanicamente a partir do topo da zona aeróbica, ou filtros para remover lama a partir da água purificada devem ser limpos

regularmente. Existe um risco geral de crescimento indesejado nos tubos. A desvantagem da técnica anterior, dentre outros fatores, é a produção de sólidos suspensos e outros produtos químicos. Tais componentes podem incorrer em eutroficação indesejado.

[0016] A técnica anterior mostra que vários reatores usados no tratamento de águas residuais fazem uso de reatores UASB (manta de lama anaeróbica com escoamento para cima) compreendendo zonas anaeróbicas e aeróbicas separadas onde a vazão é verticalmente para cima. Reatores UASB são caracterizados por terem duas zonas separadas por uma barreira de uma tal maneira que o escoamento para baixo das matérias provenientes da zona aeróbica para a zona anaeróbica é prevenido, tal como uma placa de bocal, uma parede de separação, um filtro, ou uma zona de separação combinada com uma placa perfurada. A US6132602 descreve um reator vertical de escoamento para cima para o tratamento de águas residuais. A publicação descreve a agitação violenta e conseqüente distribuição de matéria biológica dentro das águas residuais a serem tratadas em combinação com uma oxigenação muito grande das águas residuais pelo bombeamento de uma grande quantia de ar e borbulhando a mesma através do sistema. A distribuição fina de matéria biológica dentro da seção de tratamento permite uma área de contato aumentada entre os agentes de tratamento biológico e as águas residuais pesadamente oxigenadas. A água tratada e material biológico devem então escoar para baixo externamente ao elemento de tratamento principal, depois do que o material biológico deve se assentar e ser tratado anaerobicamente em uma zona de lama, e as águas residuais serem recicladas. Um dos objetivos principais de acordo com aquela patente US é o de distribuir o material biológico de uma tal maneira que ele não se aglomere. Uma desvantagem maior da US6132602 é primeiramente que o material biológico finamente distribuído não se assentará facilmente dentro da zona de lama. A distribuição ativa do material biológico para evitar a aglomeração

agirá contra a remoção de alguns dos sólidos suspensos. Por conseguinte, existe necessidade de uma segunda zona de assentamento, complicando o projeto. Além disso, até mesmo uma segunda zona de assentamento não removerá adequadamente todos dos sólidos suspensos, e ulterior tratamento do efluente será necessário. Um tal projeto apresenta adicionalmente a desvantagem de ter que borbulhar uma grande quantia de ar através do sistema, sendo assim intensivo em termos de energia. Além disso, a US6132602 refere-se à instalação de um número de elementos de disco dentro do espaço de reator, assim tanto aumentando o dispêndio de capital quanto reduzindo o volume disponível do reator. O WO9416999 diz respeito a um sistema de tratamento de água secundário no qual um único reator é provido e no qual uma pluralidade de zonas de reação está situada. Existem três zonas principais do reator, em que a zona a mais inferior 9 é uma zona de coleta de lama, uma zona próxima à mais inferior 10 é uma zona de assentamento anóxica, acima da qual está uma zona 11 sendo uma zona de mistura e aeração através da qual as águas residuais são bombeadas, e provida com esferas flutuantes 17 que são esferas plásticas flutuantes sobre as quais meios bactericidas devem ser propriamente afixados. Todavia, as esferas flutuantes meramente delimitam o tanque em três zonas, em que somente a área a mais superior do tanque é a zona em que a reação tem lugar. O escoamento dentro da zona aeróbica é dirigido para baixo, e a lama ativada anaeróbica não contribuirá para o tratamento das águas residuais. Além disso, este reator funciona de acordo com o método de elevação de ar, e é assim um tanto intensivo em termos de energia. O efluente também compreenderá uma quantia bastante grande de sólidos suspensos devido à agitação violenta das águas residuais. a EP0428537 descreve um processo para a purificação biológica de águas residuais por um método de lama ativada, no qual as águas residuais são contatadas com microorganismos em zonas de tratamento anóxica e aeróbica respectivamente, sendo alternadamente introduzidas nas

ditas zonas de tratamento. Todavia, este método necessita de um tratamento subsequente em uma zona de tratamento aeróbica separada adicional, seguido pela introdução de água em uma bacia de clarificação. Assim, a EP 0428537 requer quatro volumes separados para tratar a água, dentre os quais dois volumes de tratamento aeróbico.

[0017] O WO9111396 diz respeito a um sistema e método para a produção dos assim chamados "portadores de biofilme" e um subsequente tratamento de águas residuais pelos mesmos.

[0018] Os artigos de revista tais como "Reatores de biofilme com meio móvel" da Revista de Rodgers e Zhan na *Environmental Science and Biotechnology* 2: 213-224 2003, e "Desenvolvimento de tecnologias de reator de leito de lama anaeróbica (ASB) para tratamento de águas residuais domésticas: motivos e perspectivas" de Kalago e Verstraete, *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 15: 523-534, 1999, mostram algumas das várias propostas para tratamento de águas residuais que estão em uso ou que estão começando a ser complementadas. Vale a pena mencionar que os Contactores Biológicos Rotativos (RBC) e os Reatores Móveis Verticalmente de biofilme, discutidos por Rodgers e Zhan. Ambas as metodologias diferem amplamente do reator como discutido no presente pedido. Os autores adicionalmente discutem o método conhecido como Reatores de Biofilme de Leito Móvel nos quais é feito uso de portadores como discutidos no WO 9111396.

[0019] Kalago e Verstraete discutem vários métodos para tratamento anaeróbico de águas residuais, mas estão menos interessados com o pós-tratamento aeróbico do efluente resultante. Dentre os métodos discutidos estão o uso de reator de manta de lama anaeróbica de fluxo ascendente (UASB) bem como séptico construído sobre o mesmo princípio, leito de lama granular expandida (EGSB), leito de lama de fluxo ascendente de hidrólise (HUSB) e variantes dos mesmos. Como é notado ali, existe uma necessidade

geral de um sistema aeróbico subsequente para o pós-tratamento do efluente a fim de efetuar a remoção de nutriente e patógeno. Os sistemas de pós-tratamento podem ser bastante substantivos e exemplos compreendem lagoas facultativas e tanques de oxidação.

[0020] Goncalves et al. em *Water Science e Technology*, Volume 38, Tiragens 8-9, 20 de novembro de 1998, Páginas 189-195 apresentam um método para um tratamento de duas etapas de águas residuais usando uma combinação de um reator de manta de lama anaeróbica de fluxo ascendente (UASB) e um biofiltro submerso. O biofiltro submerso é principalmente uma etapa de polimento para o efluente depois das águas residuais terem sido tratadas no UASB, e o método descrito ilustra a complexidade dos sistemas da técnica anterior. O biofiltro submerso não forma uma parte do reator de UASB, ele exigirá manuseio de lama separado, e não existe nenhuma circulação entre o processo anaeróbico e o biofiltro submerso.

Breve Sumário da Invenção

[0021] A presente invenção busca superar os problemas acima descritos que concernem às reduções de quantidade em excesso de lama anaeróbica e alta concentração de sólidos no efluente de reator, e compreende: um tanque de reator para o tratamento biológico de água contaminada. A invenção compreende adicionalmente um método para tratar uma corrente de alimentação de água contaminada. A invenção compreende adicionalmente o uso de dito tanque de reator para o tratamento tanto de águas residuais municipais, industriais, agrícolas, quanto de águas residuais de aquacultura. Para o início de funcionamento do reator de acordo com a invenção acredita-se que os métodos convencionais de início de funcionamento de reatores biológicos podem ser usados, isto é, semeando as zonas de reação, ou condicionando por deixar as residuais correrem para dentro do tanque de reator em condições de operação ajustadas. Organismos anaeróbicos/anóxicos já presentes nas águas residuais crescerão na zona anaeróbica/anóxica inferior

e organismos aeróbicos presentes nas águas residuais se estabelecerão na zona aeróbica. Quando os processos anaeróbicos/anóxicos e processos aeróbicos são estabelecidos e trocam matéria, as águas residuais são alimentadas lentamente ao interior do sistema, o efeito global do processo é efluente de boa qualidade escoará para fora a partir da zona aeróbica, e o excesso de lama aeróbica será coletado na zona anaeróbica/anóxica, a partir da qual o resíduo de lama pode ser removido.

Vantagens da invenção, e soluções para alguns problemas da técnica anterior

[0022] Uma primeira vantagem da invenção é principalmente o tratamento de água tanto sob condições anóxicas/anaeróbicas quanto sob condições aeróbicas dentro de um único volume de reator. Uma grande proporção dos sólidos suspensos na água de alimentação e no efluente será removida biologicamente e hidrodinamicamente. Na presente invenção, o material biológico produzido na zona aeróbica superior é permitido que fique exposto à zona anaeróbica/anóxica inferior e assim reduza a quantidade de massa de lama aeróbica total produzida, em oposição aos dispositivos da técnica anterior onde matéria orgânica produzida na zona aeróbica é impedida de cair para dentro da zona anaeróbica/anóxica aeróbica. Na presente invenção, o material biológico produzido na zona aeróbica superior é permitido que fique exposto para a zona anaeróbica/anóxica inferior e assim reduza a massa de lama total produzida. Uma proporção muito grande de biomassa que cresceu na zona aeróbica é conduzida para baixo para ser reprocessada na zona anaeróbica/anóxica, eventualmente produzindo resíduo de lama.

[0023] Uma segunda vantagem da invenção é uma decomposição mais eficiente de compostos orgânicos a partir da água de alimentação, que resulta em quantidade reduzida de resíduo de lama produzido e assim poluição reduzida para o ambiente. Isto resultará em menos problemas de entupimento dentro do reator, reduzindo assim a necessidade de descarte de pós-tratamento

de lama tal como convencional desidratação de lama convencional, estabilizador de lama convencional, desinfecção química ou outras técnicas de pós-tratamento.

[0024] Uma terceira vantagem da invenção sobre a técnica anterior é que a eventual remoção de lama ocorre a partir da zona anaeróbica/anóxica, que elimina a necessidade de remover lama a partir da zona aeróbica superior.

[0025] Uma quarta vantagem da invenção é de principalmente reduzir produtos químicos inorgânicos e orgânicos, e partículas sólidas na água tratada, reduzindo o risco de eutroficação no receptor.

[0026] Uma quinta vantagem da invenção é que o tempo de residência da lama em a zona de reação anaeróbica/anóxica é aumentado, e assim mais tempo fica disponível para a compressão gravitacional e estabilização da lama, de um tal modo que o volume de lama resultante é reduzido.

[0027] Uma sexta vantagem da invenção é uma exigência reduzida de oxigênio e assim uma necessidade reduzida de consumo de energia para bombear ar para o difusor de bolha para liberar bolhas de oxigênio para debaixo da zona aeróbica.

[0028] Uma sétima vantagem da invenção é obter qualidade de água melhorada embora usando menos energia.

[0029] Uma oitava vantagem da invenção é que, enquanto a estrutura de separação guia partículas de biomassa em queda, produzidas na zona aeróbica, para dentro da zona anaeróbica/anóxica, a mesma estrutura de separação guia para cima água em escoamento a partir da zona anaeróbica/anóxica para a zona aeróbica e previne que oxigênio se difunda para dentro da zona anaeróbica/anóxica.

[0030] Uma nona vantagem da invenção é, devido à boa qualidade do efluente com concentrações de sólidos suspensos relativamente baixas, a redução potencial da necessidade de pós-tratamento, dependendo no uso pretendido do efluente. Isto resultará em reduzido custos de capital de

processos de pós-tratamento associados com a necessidade reduzida de produtos químicos usados nos processos de pós-tratamento.

[0031] Uma décima vantagem da invenção é que muito embora biomassa seja produzida na zona de reator aeróbica superior, esta biomassa é transportada por gravidade para a zona de reator anaeróbica/anóxica inferior de modo a que a decomposição principal de excesso de biomassa aeróbica e produção de resíduo de lama tenha lugar na zona anaeróbica/anóxica. O tempo de residência da biomassa e lama dentro da zona de reação inferior pode ser controlado pela remoção de lama periódica ou contínua a partir da zona anaeróbica/anóxica inferior e pode ser adaptado de um tal modo que existe tempo suficiente para a compactação e estabilização da lama. Isto resultará em um volume de resíduo de lama inferior e assim resultará adicionalmente em reduzidos custos de pós-tratamento associados com uma reduzida necessidade de pós-tratamento e exigência reduzida de transporte do resíduo de lama quando a massa é reduzida.

[0032] Uma outra vantagem da presente invenção é que, em oposição à técnica anterior que requer uma saída para a lama produzida na zona aeróbica superior, a presente invenção não requer nenhuma saída para a remoção de lama a partir da zona aeróbica.

[0033] O reator da invenção é arranjado para tratar água tanto anaerobicamente/anoxicamente quanto aerobicamente dentro de um único volume de reator. A técnica anterior descreve um processo de escoamento de uma via para a purificação biológica de águas residuais sendo sequencialmente introduzida nas zonas de zonas de tratamento em distinção a partir da presente invenção onde o reator compreende um processo de integração no mesmo volume e onde biomassa na zona aeróbica sendo dirigida para a zona anaeróbica/anóxica para o ulterior tratamento por meio de uma vantajosa circulação hidrodinâmica auto-propelida.

[0034] O tratamento aeróbico de águas residuais de acordo com

técnica anterior pode ser um processo que demanda energia, em que uma grande quantidade de lama aeróbica é formada. Um tratamento de lama aeróbico/anóxico pode demandar menos energia. Combinando esses dois sistemas aeróbico e anaeróbico/anóxico no mesmo volume de reator e utilizando gravidade para transportar os componentes selecionados nas direções selecionadas, pode-se obter vantagens tanto a partir dos ambientes quanto ao mesmo tempo reduzir as desvantagens de cada sistema.

Legendas das figuras

[0035] A invenção é ilustrada na figura anexa que não deve, de maneira alguma, limitar o escopo da invenção, dito escopo sendo limitado somente pelas reivindicações. figura 1 é uma ilustração de uma forma de construção do reator de acordo com a invenção. A entrada de água de alimentação (1) é ilustrada compreendendo um subseqüente distribuidor de escoamento de água de alimentação (11). Uma possível saída de resíduo de lama (21) a partir da zona anaeróbica/anóxica é ilustrada. Uma saída de efluente (22) a partir do topo da seção superior com a zona aeróbica é mostrada. A zona de reação anóxica/anaeróbica inferior (31) pode compreender uma lama ativada e/ou meio de biofilme (51). A zona de reação aeróbica superior (32) compreende meio de biofilme (52). Uma estrutura de separador (4) é arranjada entre a zona de reação aeróbica superior e a zona de reação anaeróbica/anóxica inferior. Na forma de construção ilustrada, telas superior e inferior (6) são arranjadas para delimitar a zona de reação aeróbica superior (32). Um dispositivo de difusão de bolha (7) é arranjado acima da estrutura de separador (4) para liberar gás para a zona de reação aeróbica superior (32). Uma linha de reciclagem (8) pode ser arranjada. A direção de escoamento da água de alimentação é indicada, como tendo um ângulo de inclinação (θ) para a estrutura de separador. As direções de escoamento foram indicadas em ordem para mostrar alguns dos padrões de escoamento dentro do reator.

[0036] A figura 2 é uma seção vertical ao longo de uma linha A-A' de uma forma de construção da invenção tendo uma estrutura de separador cônica (4), arranjada concentricamente com um eixo central do tanque de reator (0), e uma horizontal.

[0037] A figura 3 é bastante similar à figura 2, exceto que a estrutura de separador é arranjada assimetricamente, deslocada para ficar posicionada mais perto de uma das paredes verticais.

[0038] A figura 4 ilustra uma estrutura de separador em forma de cúpula.

[0039] A figura 5 ilustra uma estrutura de separador compreendendo várias estruturas de separador.

Formas de construção de acordo com a invenção

[0040] A invenção será descrita com referência às figuras anexas, o escopo da invenção sendo somente limitado pelas reivindicações anexas. A presente invenção apresenta um reator em que o volume de reator permite um tratamento anóxico/anaeróbico bem como um tratamento anaeróbico de água de alimentação tenha lugar dentro de dito volume. O tanque de reator (0) compreende entradas para a água de alimentação (1) a ser tratada, e saídas para efluente (22) e lama (21). As entradas (1) para água de alimentação devem ser arranjadas na extremidade inferior do tanque de reator (0) de um tal modo que a água de alimentação passa através da lama ou possíveis meio de biofilme (51) arranjados no mesmo. isto é uma vantagem, pois a água de alimentação proverá carbono para a zona de reação anóxica/anaeróbica (31). A água de alimentação será, como uma consequência, primeiramente tratada dentro da zona de reação anóxica/anaeróbica inferior (31).

[0041] Em uma forma de construção da invenção, a água de alimentação é distribuída através de um distribuidor de escoamento de água de alimentação (11) de um tal modo que o escoamento ou fluxo de água de alimentação é bem distribuído depois do escoamento através da zona de

reação anóxica/anaeróbica inferior (31). Isto permitirá uma boa distribuição de carbono orgânico e substâncias nutrientes nas formas de construção em que a água de alimentação compreende carbono orgânico e substâncias nutrientes que serão degradados e consumidos pelo material biológico anóxico/anaeróbico dentro da zona de reação inferior (31).

[0042] A zona de reação anóxica/anaeróbica inferior (31) pode compreender uma lama ativada, meio de biofilme (51) ou outros agentes biológicos para o tratamento anóxico/anaeróbico da água de alimentação bem como para a estabilização de lama e assentamento da biomassa a partir da zona de reação aeróbica superior (32). em uma forma de construção da invenção, pode ser arranjada uma mistura de uma lama ativada e de meio de biofilme (51) para o tratamento anóxico/anaeróbico da água de alimentação e lama. Os mecanismos de reação da zona de reação anóxica/anaeróbica inferior (31) são bem conhecidos na técnica, e como tais não serão descritos em detalhe no presente pedido. Existem vários mecanismos de tratamento que podem ser usados, tais como uma desnitrificação anóxica/anaeróbica da lama dentro da zona de reação inferior (31). Usando um processo de desnitrificação, o carbono orgânico compreendido na água de alimentação servirá, como mencionado acima, uma fonte de carbono para a reação.

[0043] A zona de reação inferior (31) é assim arranjada para digerir e coletar excesso de lama que se assenta a partir de uma zona de reação superior (32) do reator. O tempo de residência da lama dentro da zona de reação inferior (31) pode ser controlado por purga de lama periódica ou contínua através da saída de lama (21) e pode ser adaptado de uma tal maneira que existe tempo suficiente para a estabilização da lama. Isto resultará em um volume de lama inferior e assim adicionalmente em um reduzido volume de lama que resulta em inferiores custos de pós-tratamento associados com o tratamento da lama.

[0044] Depois de ter passado através da zona de reação

anóxica/anaeróbica (31), a água de alimentação passará por uma estrutura de separador (4), em que a estrutura de separador (4) tem uma variedade de funções incluindo manter a zona de reação anóxica/anaeróbica inferior (31) separada a partir da zona de reação aeróbica superior (32), prevenindo a difusão de oxigênio a partir da zona de reação aeróbica superior (32) para a zona de reação anóxica/anaeróbica inferior (31), bem como para dirigir material biológico que se assenta a partir da zona de reação superior (32) em direção à zona de reação inferior (31).

[0045] Acima da estrutura de separador (4) é arranjada a anteriormente mencionada zona de reação aeróbica superior (32), em que a água de alimentação é submetida a um tratamento biológico aeróbico. O tratamento de água de alimentação dentro da zona de reação aeróbica superior (32) compreende um tratamento biológico da água de alimentação por material biológico arranjado dentro da zona de reação aeróbica (32).

[0046] A zona de reação aeróbica (32) pode compreender uma pluralidade de meios de biofilme aerados (52) sendo mantidos no local usando telas grossas (6), um leito fluidizado compreendendo meio de biofilme, um leito fixo compreendendo meios, ou qualquer outro método apropriado para suportar biofilme, todos dos quais devem ser considerados estando situados dentro do escopo da presente aplicação. O meio de biofilme como tal é conhecido a partir da técnica, e não são um objetivo da presente invenção. Quando o tratamento da água de alimentação dentro da zona de reação superior (32) tem lugar, o biofilme crescerá sobre o meio de biofilme (52). O biofilme resultante cairá depois de ter atingido um tamanho suficiente ou será removido por cisalhamento para fora dos portadores (52) e o material biológico flutuante agora livre se assentará ou depositará na direção da seção inferior do reator. A estrutura de separador (4) é arranjada para dirigir o material biológico que se assenta na direção para a zona de reação anóxica/anaeróbica inferior (31) na o material biológico se tornará parte da

lama compreendida na mesma.

[0047] Na presente invenção, a estrutura de separador (4) pode ter assim mais que uma função. Ela deve manter a zona de reação anóxica/anaeróbica inferior separada a partir da zona de reação aeróbica superior, prevenindo a difusão de oxigênio a partir da zona de reação aeróbica superior para a zona de reação anóxica/anaeróbica inferior. Adicionalmente, ela deve dirigir material biológico que se assenta a partir da zona de reação superior em direção à zona de reação inferior. O separador parcialmente aberto integra ambas as zonas aeróbica e a anaeróbica/anóxica e controla os escoamentos hidrodinâmicos no biorreator da invenção. Permitindo a interação mútua do processo de lama ativa anaeróbica/anóxica na zona anóxica/anaeróbica e o ulterior processamento da decomposição/digestão anaeróbica/anóxica da biomassa anaeróbica assentada dentro da zona anaeróbica/anóxica em que a lama anaeróbica usa a biomassa aeróbica assentada como substâncias/nutrição para atividades biológicas, e a taxa de produção de biomassa biologicamente anaeróbica é significativamente inferior à taxa de produção de lama aeróbica, por conseguinte; a quantidade líquida de lama e material sólido assim produzido pode ser significativamente reduzida no reator e na água efluente.

[0048] Os processos microbiais dentro da zona de reação anóxica/anaeróbica inferior (31) podem, em uma forma de construção da invenção, compreender um processo de desnitrificação. Isto resultará em nitrato e nitritos na água de alimentação sendo reduzidos para formar nitrogênio gasoso. Outros processos de reação anóxicos/anaeróbicos biológicos podem evidentemente ocorrer dentro da zona de reação inferior (31) de acordo com a invenção. Outros exemplos podem compreender a degradação biológica de poluentes micro-orgânicos que são frequentemente um problema nos processos de tratamento de água.

[0049] Os processos microbiais dentro da zona de reação aeróbica

superior (32) podem, em uma forma de construção da invenção, compreender a nitrificação de compostos dentro da água de alimentação de um tal modo que amônia NH_3 reage para formar nitrito e nitrato. Outros processos de reação aeróbicos biológicos podem evidentemente ocorrer dentro da zona de reação superior (32) de acordo com a invenção.

[0050] As proporções volumétricas das zonas de reação inferior e superior (31, 32) uma em relação à outra podem ser escolhidas livremente de acordo com composição de água de alimentação e da reação desejada e qualidade de efluente. Depois de ter passado através da zona de reação superior (32), a água de alimentação foi assim submetida tanto a uma reação anóxica/anaeróbica quanto uma reação aeróbica dentro de um único volume de reator. Para aerar a zona de reação aeróbica superior (32), um difusor de bolha (7) é arranjado para liberar oxigênio compreendendo bolhas de um tal modo que a demanda biológica de oxigênio da água de alimentação é satisfeita e a reação aeróbica pode ter lugar. O difusor de bolha (7) pode ter qualquer constituição adaptada e uma pluralidade de exemplos é dada na técnica. O difusor de bolha (7) pode, em uma forma de construção da invenção, liberar bolhas tendo um diâmetro bastante pequeno, sendo assim arranjado para não ter um efeito de cisalhamento demasiadamente grande sobre o biofilme compreendido dentro da zona de reação superior (32). Adicionalmente, ele pode prover uma área de contato de biofilme-oxigênio aumentada em comparação com o uso de bolhas mais grosseiras. se necessário, o difusor de bolha (7) deve ser também arranjado para poder prover periodicamente uma maior quantia de bolhas de um tal modo que os meio de biofilme dentro da zona aeróbica superior podem desprender o excesso de crescimento de biofilme e o excesso de biofilme destacado se moverá para baixo para a zona anaeróbica/anóxica inferior.

[0051] O borbulhamento de ar através da zona de reação superior (32) pode adicionalmente resultar em uma mistura da zona de reação superior (32)

assegurando que exista uma circulação de fluido dentro da zona de reação (32), permitindo que a mistura tenha lugar. Isto é de importância para assegurar que o volume de reator seja usado de uma maneira eficiente.

[0052] A estrutura de separador (4) serve para uma pluralidade de funções, como mencionado acima. O formato do separador é de alguma importância para assegurar que ele execute as várias funções de uma maneira adequada. O separador deve ter um formato afilado para cima ou em formato de cúpula de um tal modo que material biológico não se acumule sobre a superfície superior de dito reator. O ângulo de inclinação da estrutura de separador (4) pode ser variado de acordo com o tamanho de flocos biológicos que se assentam a partir da zona de reação superior (32) e de acordo com o regime de escoamento que deve ocorrer em torno da estrutura de separador (4). A estrutura de separador (4) pode, de acordo com uma forma de construção da invenção, ter um ângulo variável entre cerca de 20° a cerca de 70°. A estrutura de separador (4) deve também inibir os movimentos de lama anóxica/anaeróbica para dentro da zona de reação aeróbica (32). Se a lama compreendida na zona de reação inferior (31) entrar na zona de reação aeróbica superior, o reator evidentemente funcionará de forma menos perfeita, e isto incorrerá indesejavelmente em um significativo aumento da concentração de sólido suspenso do efluente. A estrutura de separador (4) deve ser assim de um tamanho e formato para inibir tal movimento de lama anóxica/anaeróbica. Correspondentemente, a estrutura de separador (4) deve inibir a difusão de oxigênio de ser demasiadamente grande a partir da zona de reação aeróbica superior (32) para baixo para dentro da zona de reação anóxica/anaeróbica inferior (31). Evidentemente existirá algum fluxo ou escoamento para baixo na direção da zona de reação inferior (31), provendo assim oxigênio para a zona anóxica/anaeróbica, todavia, devido ao formato da estrutura de separador (4), a difusão de oxigênio será reduzida. Assim, a estrutura de separador (4) funcionará como um separador hidrodinâmico entre

as zonas de reação inferior e superior (31, 32), como um controle de difusão de oxigênio, e como um alçapão de lama que previne que lama se eleve para a zona aeróbica superior (32). Dentre os vários formatos que podem ser concebidos para a estrutura de separador (4) estão para formatos de telhado afilados para cima ou cones para cima, cúpulas convexas para cima, e outras estruturas que têm uma superfície superior impermeável a fluido, que permitem que a matéria biológica caia a partir de cima para ser guiada na direção para os lados e para baixo, enquanto permitem que fluidos a partir da zona anaeróbica inferior passem para cima, para o lado de dita superfície superior da estrutura de separador (4). Todavia, qualquer geometria de separador apropriada deve ser considerada como estando dentro do escopo da invenção se guiar matéria biológica para baixo para a zona anaeróbica/anóxica, enquanto previne que oxigênio se difunda na zona anaeróbica/anóxica enquanto guia escoamentos de fluido para cima a partir da zona anaeróbica/anóxica. A estrutura de separador (4), em uma forma de construção da invenção, será arranjada em torno de um eixo central do reator, por favor, veja as figuras 1 e 2, embora ela possa também ser arranjada em proximidade mais estreita à primeira parede do tanque que a uma segunda parede oposta, por favor, ver a figura 3. Outras formas de construção da invenção podem usar uma estrutura de separador em forma de cúpula, tal como ilustrada na figura 4. Em outras formas de construção da invenção, pode ser usada uma pluralidade de estruturas de separador em paralelo no arranjo no mesmo reator. Os interstícios (d) entre as estruturas de separador (se várias forem usadas em paralelo) ou entre o separador e a parede de tanque, devem ser suficientemente grandes (maior que 7 mm a partir dos experimentos) para permitir as trocas da biomassa aeróbica que se movem para baixo e água e outros fluidos que escoam para cima depois do separador. As estruturas de separador podem cobrir 70% - 90% ou mais da área de seção transversal do reator. O interstício (d) também não deve ser demasiadamente grande, deve

ser menor que 25% da largura do reator para o pequeno tanque usado no experimento de laboratório, e menor para grandes diâmetros de tanques. Dado o funcionamento do reator em que a mistura das diferentes zonas de reação (3) deve ser reduzida, é, além disso, claro que uma velocidade superficial relativamente baixa de escoamento ascendente líquido deve ser usado na invenção. A velocidade superficial do escoamento ascendente deve assim ficar situado dentro de em torno de 0,001 cm/min. e 3,5 cm/min., embora velocidades de escoamento mais altas possam ser concebidas.

[0053] Além disso, se poderia desejar reduzir a quantidade de material biológico do efluente, pois isto será, de acordo com a presente invenção, provavelmente a maior fonte de sólidos suspensos totais do efluente. Caso se tenha uma velocidade de escoamento demasiadamente alta ou tendo uma ação de borbulhamento demasiadamente violenta, isto poderia resultar em um valor ascendente de sólidos suspensos totais do efluente pela entrada de material biológico a partir do meio de biofilme. O padrão de escoamento dentro do reator é, na realidade, um pouco mais complicado que a simples vazão de água da porção inferior do reator para a saída de efluente na porção superior do reator. Existirá retro-mistura devido ao movimento de assentamento do material biológico aeróbico, existirá um padrão de escoamento complexo em torno do separador, no qual água de alimentação tendo escoado para depois da estrutura de separador (4) passará perto da parede de reator, e água de retorno a partir da porção superior do reator passará ao longo de as placas de separador para baixo para dentro da zona de reação inferior (31). Existirá mistura também dentro de ambas as zonas de reação superior (32) e inferior (31). Esta mistura e escoamento de retorno dentro do reator resultarão na água de alimentação passar da zona de reação inferior (31) para a zona de reação superior (32) um número de vezes depois de sair do reator como efluente tratado. Se necessário, uma linha de reciclagem (8) pode adicionalmente ser arranjada de uma tal maneira que o

efluente é reciclado de volta para a entrada de água de alimentação (1) para o ulterior tratamento. A percentagem de efluente a ser reciclado pode ser variada de acordo com a necessidade e de acordo com o grau de tratamento desejado da água de alimentação. Medições de, entre outros, teor de amônia e demanda de oxigênio podem estar entre os parâmetros que influenciam o grau de reciclagem.

[0054] Foi feita menção através de todas as zonas de reação superior e inferior (3), como é mostrado na figura 1 do presente pedido. Embora sendo mostrado como sendo principalmente vertical, é evidente que o reator como tal pode ser inclinado, desde que exista suficiente inclinação vertical do reator para permitir que o material biológico a partir da zona de reação superior (32) se assente no interior da zona de reação inferior (31). Para construir um reator inclinado, tal como descrito acima, é evidente que a estrutura de separador (4) deve também ser modificada a fim de se adaptar ao leiaute de reator modificado.

[0055] O reator, como descrito na presente invenção, pode estar funcionando em modo descontínuo ou modo contínuo de acordo com as especificações operacionais do tratamento de água de alimentação.

[0056] Assim, a presente invenção descreve tanto um reator como tal, quanto um método para tratar a água de alimentação contaminada de um tal modo que ela pode posteriormente ser tratada para formar água de emissão de altos padrões, apropriada para tratamento secundário e terciário, ou adicionalmente para cumprir com os padrões de reutilização de águas residuais.

Forma de construção exemplificativas da invenção

[0057] O reator de acordo com a invenção foi verificado experimentalmente em reator biológico de escala de laboratório para avaliar o grau de controle de sólidos suspensos e a redução de quantia de excesso de lama aeróbica. O reator biológico e a estrutura de separador foram construídos

a partir de acrílico transparente de alto grau. Um meio de biofilme feito de HDPE foi cheio na zona aeróbica superior com as frações de enchimento para o meio de biofilme de aproximadamente 50% dos volumes de câmara fornecendo específicas áreas de superfície efetivas de $250 \text{ m}^2/\text{m}^3$. O meio de biofilme foi conformado como cilindros curtos tendo cruces internas e aletas onduladas externas. A vazão de ar para aeração na câmara de biofilme foi 1 L/min. A câmara de biofilme foi encerrada por placas perfuradas com furos de 5 mm de diâmetro arranjados para reter os meios. A lama anaeróbica ativada foi cheia na câmara inferior. As concentrações de sólidos suspensos totais da lama anaeróbica ativada foram em uma faixa de 6,2-8,7 g/L com Tempo de retenção de Sólido (TRS) de 21 dias. Os volumes efetivos da câmara de biofilme aeróbica e zona de lama anaeróbica ativada na invenção foram cerca de 1,6 L e cerca de 2,2 L, respectivamente. A zona de biofilme aeróbica e câmara de zona de lama anaeróbica ativada da invenção contribuíram teoricamente com aproximadamente 33% e 66% para o tempo de retenção hidráulico total, respectivamente. O escoamento de líquido de águas residuais gastou mais tempo de retenção hidráulico na câmara de lama anaeróbica ativada. As velocidades de líquido superficiais no reator biológico vertical inventado variaram de cerca de 0,05 a cerca de 0,1 cm/min. A placa de divisão constituindo a estrutura de separador (4) usada no experimento de laboratório de acordo com a invenção cobriu aproximadamente 88% da área de seção transversal do reator e tinha um formato do tipo de telhado com um ângulo de inclinação de 38° em relação a uma linha horizontal. Os interstícios entre as bordas da estrutura de separador e as paredes de reator foram 7 mm.

[0058] O experimento visou investigar a estratégia para controlar as concentrações de sólidos suspensos. O efeito de velocidades de escoamento ascendente de líquido e os tempos de retenção hidráulica (TRH) sobre as concentrações de sólidos suspensos foram determinadas. Águas residuais municipais a partir da comunidade de Trondheim foram usadas como pré-

tratadas por um dispositivo de assentamento por gravidade, e então o escoamento ascendente do dispositivo de assentamento foi bombeado para o reator biológico. Uma bomba peristáltica computadorizada MasterFlex com controle de velocidade de $\pm 0,25\%$ foi usada para controlar a taxa de escoamento das águas residuais. Cartão DAQ de Instrumento Nacional: USB 6210 e LabVISTA 8.2 foram usados para as coletas de dados experimentais.

Efeito de velocidades de escoamento ascendente de líquido e tempos de retenção hidráulica (TRH) sobre a qualidade de efluente a partir do reator biológico vertical

[0059] As concentrações de sólidos suspensos totais (TSS) e características orgânicas residuais no efluente a partir do reator biológico inventado são dependentes das velocidades de escoamento ascendente na invenção. Baixas velocidades de escoamento ascendente superficial de líquido usadas foram 0,099 cm/min. a TRH de 5,2 h e 0,062 cm/min. a TRH de 8,3 h. a Tabela 1 mostra as características médias de águas residuais e efluentes a partir do reator biológico vertical a TRHs de 5,2 e 8,3 horas. A concentração de sólidos suspensos totais, FDQO, e turvação dos efluentes a TRH de 8,3 h foi significativamente inferior àquela a TRH de 5,2 h. A TRH de 8,3 h ou na velocidade de escoamento ascendente de 0,062 cm/min., a concentração de TSS média foi reduzida para 14,3 mg/L, que foi muito baixa em comparação com efluentes típicos a aproximadamente 200 mg/L para o reagente de biofilme e 350 mg/L para o reator biológico de lama ativada com um dispositivo de assentamento de partícula. A remoção de cor, DOC, amônia, nitrogênio total, e adsorvências de UV dos efluentes a TRH de 5,2 e 8,3 h foram relativamente similares. Altas taxas de remoção de sólidos suspensos e capacidades de turvação foram obtidas a TRH de 8,3 horas, que foram 87,5% e 92% para rejeição de sólidos suspensos e rejeição de turvação por um reator biológico inventado, respectivamente. O efluente a partir do reator de acordo com a invenção a TRH de 8,3 horas foi muito mais clara que aquela a TRH de

5,2 horas. A redução em condutividade na Tabela 1 mostra que a parte anaeróbica principalmente removeu sais inorgânicos do influente de águas residuais. SUVA @ 254 e absorvência espectral específica a 436 nm no efluente a TRH de 8,3 horas foram diferentes daqueles no influente e daqueles do efluente a TRH de 5,2 horas. Aumentos em SUVA se referiram a algumas modificações moleculares de substâncias orgânicas depois de biodegradações no reator biológico inventado.

[0060] Tabela 1. Características médias de águas residuais de influente e taxas de remoção em efluentes a partir do reator biológico vertical a TRH de 5,2 e 8,3 horas.

| Características | Influente para o biorreator | Efluente a partir do biorreator | | | |
|---|-----------------------------|---------------------------------|--------------|-------------|--------------|
| | | TRH a 5,2 h | | TRH a 8,3 h | |
| | | Valor | % de remoção | Valor | % de remoção |
| Demanda Química de Oxigênio - DQO (mg O ₂ /L) | 273,4 | 89,7 | 67,2 | 56,1 | 79,5 |
| Demanda Química de Oxigênio filtrado – FDQO (mg O ₂ /L) | 15,2 | 52,4 | 61,2 | 27,6 | 79,6 |
| Sólido suspenso total – TSS (MG/L) | 114,7 | 46,1 | 59,8 | 14,3 | 87,5 |
| Carbono orgânico total - TOC (MG/L) | 73,6 | 27,2 | 63,0 | 19,9 | 7,0 |
| Carbono orgânico dissolvido – DOC (mg/L) | 42,4 | 17,8 | 58,0 | 13,1 | 69,1 |
| Turbidez (NTU) | 89,3 | 19,6 | 78,1 | 7,1 | 92,0 |
| N-NH ₃ (mg/L) | 29,7 | 22,5 | 24,2 | 21,2 | 28,6 |
| Nitrogênio total (TKN) (mg/L) | 41,3 | 34,2 | 17,2 | 28,6 | 30,8 |
| Absorvência de UV a 254 nm – UV ₂₅₄ (m ⁻¹) | 42,2 | 28,6 | 32,2 | 27,3 | 35,3 |
| Absorvência espectral a 436 nm – UV ₄₃₆ (m ⁻¹) | 2,1 | 1,8 | 14,3 | 1,6 | 23,8 |
| Absorvência de UV específica a 254 nm— SUVA@254 nm (L/m.mg) | 0,99 | 1,6 | - | 2,0 | - |
| Absorvência espectral específica a 436 nm (mg/L) | 0,050 | 0,101 | - | 0,122 | - |
| Condutividade (µS/cm) | 1016 | 804 | - | 781 | - |
| pH | 7,34 | 8,15 | - | 8,29 | - |
| Cor (mg Pt/L) | - | 56,4 | - | 47,1 | - |

[0061] A redução do volume de lama aeróbica excessiva em uma

forma de construção do tanque de reator de acordo com a invenção foi preliminarmente avaliada por um método convencional. Comparações nas taxas de acúmulo de lama (altura) do excesso de lama que cai a partir da zona aeróbica superior para dentro da zona aeróbica anóxica/anaeróbica inferior com e sem a estrutura de separador podem ser razoavelmente usadas para este teste preliminar. Sem a estrutura de separador, as condições anaeróbicas não se estabeleceram na zona inferior devido a oxigênio se difundido para baixo. A altura da lama na zona anaeróbica inferior sem a estrutura de separador aumentou com a velocidade média (em 8 dias) de aproximadamente 1,2 cm/dia, e os flocos de lama tiveram uma densidade de acondicionamento frouxa. Todavia, depois da estrutura de separador ter sido instalada, condições anaeróbicas foram estabelecidas na zona anaeróbica inferior. As características de lama alteraram onde a cor de lama foi perceptivelmente mais escura com densidade mais alta da lama acumulada. Uma ligeira elevação no nível de lama na câmara foi verificada depois do terceiro dia. A taxa de aumento média da altura de lama com o separador foi aproximadamente 13-16 vezes inferior à taxa de aumento sem a presença de uma estrutura de separador e condições de digestão anaeróbicas.

[0062] De acordo com o reator da presente invenção, a produção de lama total será inferior que para os métodos comparáveis acordo com a técnica anterior. Isto é de importância pois o manuseio de lama é caro para tornar a lama resultante descartável. além disto, existir menos necessidade de bombeamento de lama, pois o excesso de lama aeróbica a partir da zona de reação superior (32) simplesmente se depositará dentro da zona de reação anóxica /anaeróbica inferior e formar parte da lama compreendida no mesmo. O projeto do reator permitirá tempo de residência de lama mais longo, reduzindo adicionalmente mais o volume de lodo aeróbico em excesso, e reduz assim o custo do manuseio de lama.

[0063] Devido ao padrão de escoamento do reator no mesmo, o

escoamento é principalmente dirigido para cima, a água de alimentação passando primeiramente através da zona de reação anóxica/anaeróbica inferior, o efluente resultante a partir do reator terá um sólido suspenso total mais inferior que nos métodos comparáveis da técnica anterior. Isto permite uma pluralidade de benefícios, dentre os quais estão menos problemas com o entupimento na zona de reação aeróbica (32), evidentemente menos sólidos suspensos totais do efluente que podem adicionalmente necessitar de tratamento ulterior do efluente e particularmente que existirá menos necessidade de aeração da zona de reação aeróbica (32). Como uma maior proporção dos custos de energia associados com manuseio de água de alimentação é devido à necessidade de bombear ar para satisfazer a demanda biológica de oxigênio da água de alimentação, as economias no uso de um reator de acordo com a presente invenção são substanciais. Adicionalmente, benefícios do reator de acordo com a presente invenção incluem menos necessidade de pós-tratamento com menores consumos de água e produtos químicos no pós-tratamento do efluente. Isto é de particular interesse do ponto de vista ambiental.

[0064] O reator é de particular interesse quando aplicado à manipulação de águas industriais ou municipais. Os volumes da água de alimentação que são requeridos que sejam tratados em tais aplicações são muito grandes, assim existe um incentivo maior para reduzir todos os custos associados com o manuseio de tais águas de alimentação. Outras aplicações incluem tratar específicas aplicações de água potável, como águas de alimentação. Outras aplicações incluem o tratamento de aplicações de água potável específicas a partir de aplicações da agricultura ou aquacultura.

[0065] Uma pluralidade de reatores de acordo com a invenção pode ser disposta em paralelo, de um tal modo que uma planta de água de alimentação pode tratar de grandes volumes de água de alimentação. Um arranjo modular apresenta um número de vantagens que permitem a facilidade

de inspeção e substituição de elementos de mau funcionamento ou tanques simples. Na forma de construção em que os reatores são arranjados principalmente verticalmente, isto pode permitir que uma planta de água de alimentação que tem uma pequena área útil, adicionalmente reduza assim as exigências de área e, assim, os custos de capital da planta.

[0066] O reator como tal pode ser usado para o tratamento biológico de qualquer água de alimentação tal como, por exemplo, águas residuais municipais e industriais. A composição biológica tanto da lama compreendida dentro da zona de reação inferior (31) quanto da composição da zona de reação superior (32) é amplamente adaptável para se ajustar às necessidades de tratamento de uma variedade de composições de águas residuais.

[0067] O reator de acordo com a invenção pode também ser usado em navios. Em várias áreas marítimas do mundo, a descarga de águas residuais não é recomendável ou é até mesmo proibido devido à legislação por considerações ambientais. Um navio que deixa o porto com um tanque de reator de acordo com a invenção pode tratar as águas residuais das atividades de passageiros e tripulação no tanque de reator enquanto no mar e descarregando ou adicionalmente purificando o efluente no local, se necessário, e mantendo a lama. A lama produzida será de volume muito inferior que das águas residuais. Quando o navio chega ao porto, a lama coletada pode ser removida a partir do tanque e transportada para um equipamento em terra, reduzindo assim significativamente a poluição das águas durante o trânsito do navio.

REIVINDICAÇÕES

1. Tanque de reator (0) para o tratamento biológico de água de alimentação, em que o tanque de reator (0) compreende um único volume de reator no qual a água de alimentação é submetida a tratamento tanto dentro de uma zona de reação anóxica/anaeróbica inferior (31) quanto de uma zona de reação aeróbica superior (32) que são parcialmente separadas por uma estrutura de separador (4), o tanque de reator (0) compreendendo uma ou mais entradas de água de alimentação (1) sendo arranjadas na zona de reação anóxica/anaeróbica inferior (31) do tanque de reator (0),

- uma ou mais saídas de efluente (22) na zona de reação aeróbica superior (32) do tanque de reator (0), e em que a estrutura de separador (4) é arranjada para permitir a passagem para cima de fluidos a partir da zona de reação anaeróbica/anóxica inferior (31) para a zona de reação aeróbica superior (32), enquanto pelo menos parcialmente previne que oxigênio entre na zona de reação anaeróbica/anóxica (31),

- a estrutura de separador (4) tendo adicionalmente uma superfície superior inclinada arranjada para guiar a matéria biológica liberada a partir da zona de reação aeróbica superior (32) para a zona de reação anaeróbica/anóxica inferior (31) para processamento adicional da matéria biológica e coleta de lama,

- a zona de reação aeróbica superior (32) sendo provida com meio de biofilme aerado (52) para formar substratos para crescimento e liberação de matéria biológica,

caracterizado pelo fato de que:

o reator de tanque compreende adicionalmente uma saída de lama (21) a partir da zona de reação anaeróbica/anóxica inferior (31) do tanque de reator (0) por meio do qual o tempo de residência de lama dentro da zona de reação anaeróbica/anóxica inferior (31) pode ser controlado por remoção de lama periódica ou contínua através da saída de lama (21),

uma linha de reciclagem (8) é arranjada para reciclagem de pelo menos uma porção do efluente a partir da zona de reação aeróbica superior (32) do tanque de reator (0) para a zona de reação anaeróbica/anóxica inferior (31) do reator, e

um difusor de bolha (7) arranjado para periodicamente prover uma grande quantidade de bolhas de modo que o meio de biofilme dentro da zona aeróbica superior pode desprender excesso de crescimento biofilme e excesso de biofilme destacado se moverá para baixo para uma zona anaeróbica/anóxica inferior (31).

2. Tanque de reator (0), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a zona de reação anaeróbica inferior (31) compreende uma lama ativada para a decomposição anaeróbica/anóxica de material biológico ou biomassa a partir da zona de reação aeróbica superior (32).

3. Tanque de reator (0), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o meio de biofilme aerado (52) é provido com oxigênio através da injeção de ar através de um difusor de bolha (7) arranjado abaixo da zona de reação aeróbica (32).

4. Tanque de reator (0), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o meio de biofilme (52) é arranjado para liberar o material biológico em uma direção para baixo na conclusão de um ciclo de crescimento sobre o meio de biofilme (52).

5. Tanque de reator (0), de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o meio de biofilme (52) é arranjado para ser fluidizado dentro da zona de reação aeróbica superior (32).

6. Tanque de reator (0), de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o meio de biofilme (52) é arranjado para ser mecanicamente restrito a resíduo dentro da zona de reação aeróbica superior (32).

7. Tanque de reator (0), de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o difusor de bolha (7) é arranjado para liberar bolhas tendo um pequeno diâmetro.

8. Tanque de reator (0), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a estrutura de separador (4) compreende um conjunto de duas ou mais estruturas de separador (4).

9. Método para tratamento biológico de água de alimentação em um tanque de reator (0) como definido na reivindicação 1, compreendendo:

- receber a água de alimentação através de uma ou mais entradas de água de alimentação (1) em uma zona de reação anaeróbica/anóxica (31) do tanque de reator (0),

- deixar sair efluentes através de uma ou mais saídas de efluente (22) em uma zona de reação aeróbica superior (32) do tanque de reator (0),

- a água de alimentação sendo submetida a tratamento dentro tanto da zona de reação anóxica/anaeróbica inferior (31) quanto da zona de reação aeróbica superior (32) que são parcialmente separadas por uma estrutura de separador (4),

- aerar a zona de reação aeróbica superior (32),

- a estrutura de separador (4) permitindo a passagem para cima de fluidos a partir da zona de reação anaeróbica/anóxica inferior (31) para a zona de reação aeróbica superior (32), enquanto pelo menos parcialmente previne que oxigênio entre na zona de reação anaeróbica/anóxica (31),

- uma superfície superior de estrutura de separador (4) guiando a matéria biológica liberada a partir da zona de reação aeróbica superior (32) para a zona de reação anaeróbica/anóxica inferior (31) que processa ulteriormente a matéria biológica,

caracterizado pelo fato de que a zona de reação aeróbica

superior (32) é provida com meio de biofilme (52) formando substratos para crescimento e liberação de matéria biológica, e para permitir que lama coletada na zona de reação anaeróbica/anóxica inferior (31) para sair do tanque de reator (0) periodicamente ou continuamente através de uma saída de lama (21) a partir da zona de reação anaeróbica/anóxica inferior (31) do tanque de reator (0), o tempo de residência da lama dentro da zona de reação aeróbica superior (32) pode ser controlado.

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o tratamento biológico compreende um processo de nitrificação na zona de reação aeróbica (31), e um processo de desnitrificação na zona de reação anóxica/anaeróbica (32).

11. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a dita zona de reação anaeróbica inferior (31) compreende uma lama ativada.

12. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a etapa de aerar a zona de reação aeróbica superior (32) é feita através de um difusor de bolha (7).

13. Método, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o difusor de bolha (7) libera bolhas tendo um pequeno diâmetro.

14. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o meio de biofilme aeróbico (52) é circulado dentro da zona de reação aeróbica superior (32).

15. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a velocidade de fluido ascendente de líquido superficial dentro da zona de reação anóxica/anaeróbica está dentro de uma faixa de 0,0005 cm/s a 4 cm/s.

16. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma porção da corrente de efluente é reciclada

através de uma linha de reciclagem (8) para um tratamento ulterior dentro do tanque de reator (0).

17. Uso de um reator como definido na reivindicação 1 caracterizado pelo fato de ser para o tratamento de uma corrente de águas residuais municipais.

18. Uso de um reator como definido na reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ser para o tratamento de uma corrente de águas residuais industriais.

19. Uso de um reator como definido na reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ser para o tratamento de uma corrente de águas residuais agrícolas.

20. Uso de um reator como definido na reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ser para o tratamento de uma corrente de águas residuais de aquacultura.

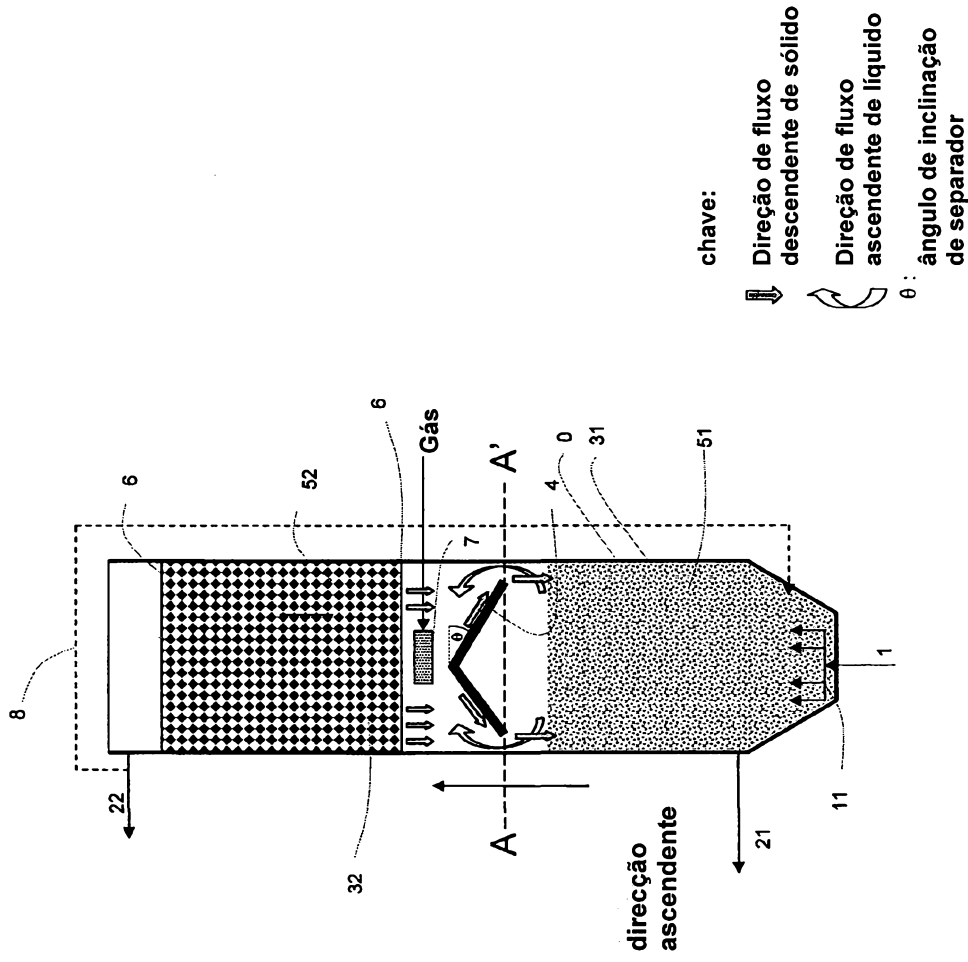


Fig. 1

chave:

⇓
Direção de fluxo descendente de sólido

⇑
Direção de fluxo ascendente de líquido

θ :
ângulo de inclinação de separador

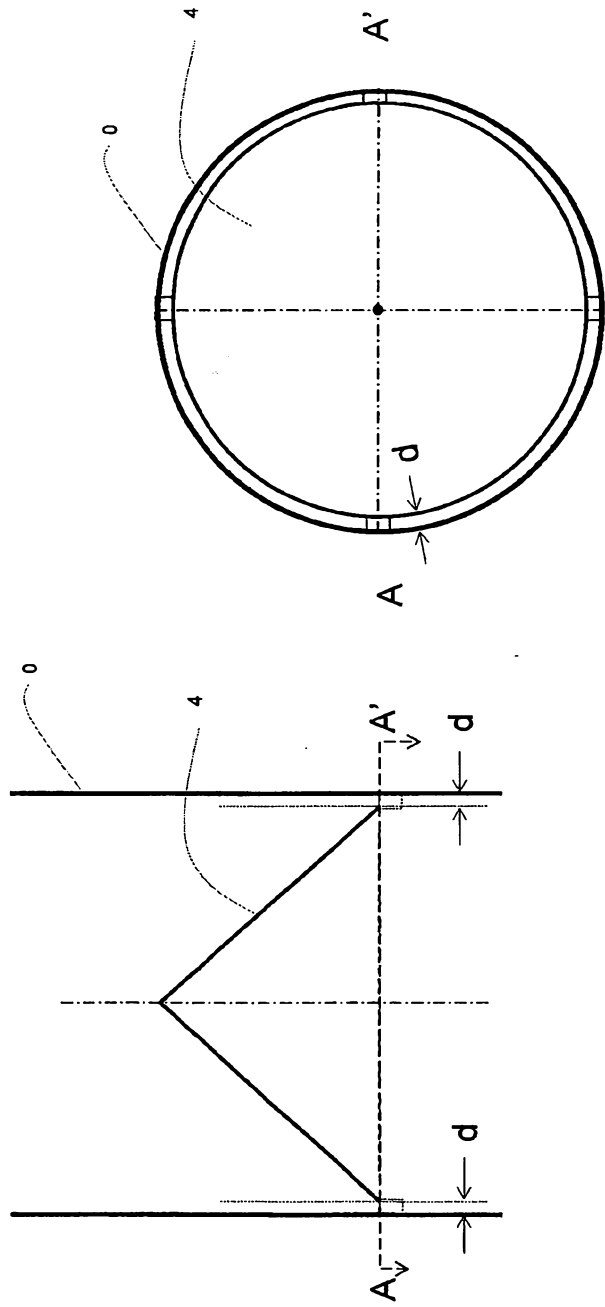


Fig. 2

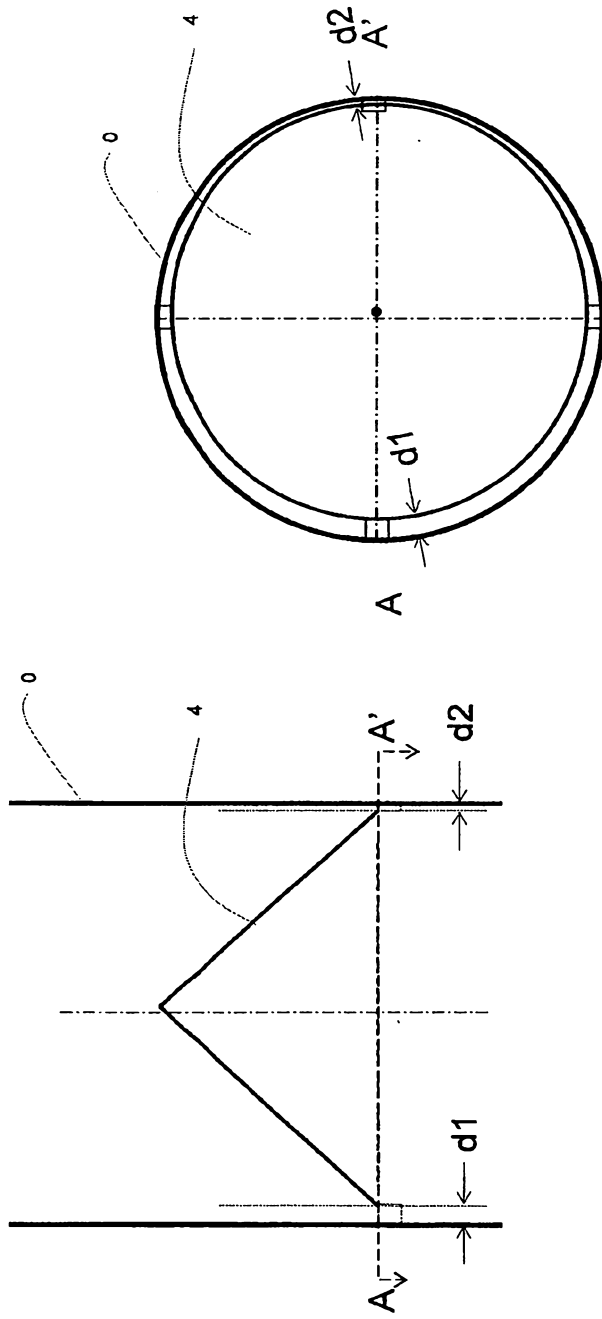


Fig. 3

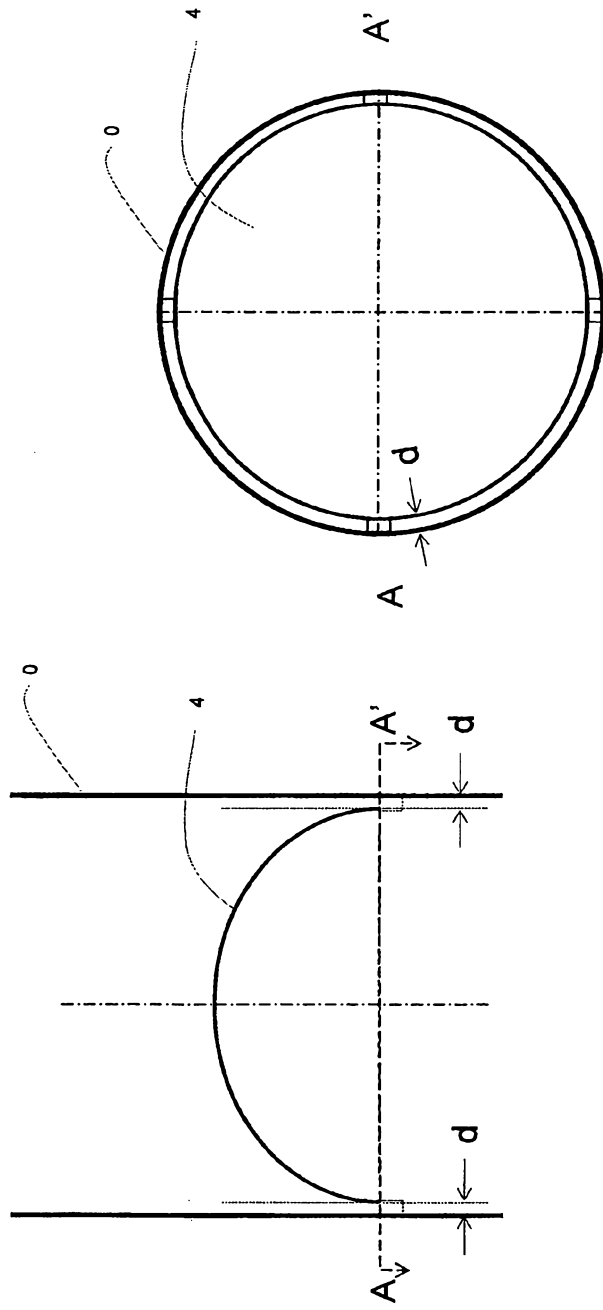


Fig. 4

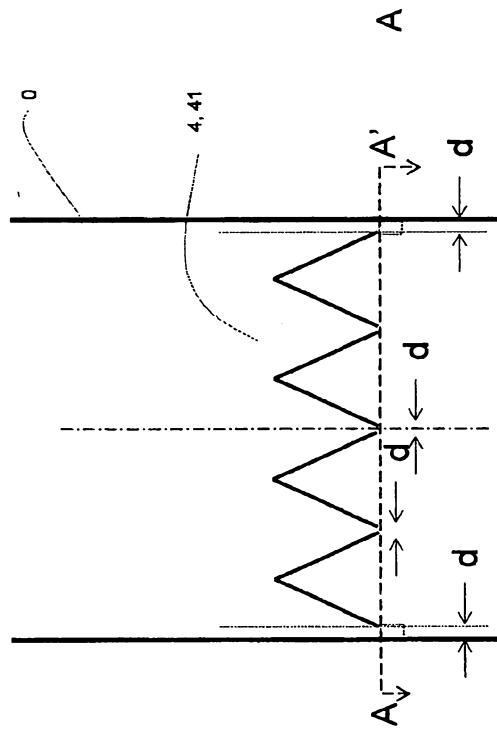


Fig. 5