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

(11) BR 112016030896-4 B1

(22) Data do Depósito: 26/06/2015

(45) Data de Concessão: 30/08/2022

(54) Título: MÉTODO PARA TRATAMENTO DE LODO BIOLÓGICO

(51) Int.Cl.: C02F 11/14; C02F 11/18; C02F 7/00; C02F 11/06; C02F 11/12.

(30) Prioridade Unionista: 30/06/2014 FI 20145633.

(73) Titular(es): UPM-KYMMENE CORPORATION.

(72) Inventor(es): ESA HASSINEN; LAURI TALIKKA; ANTTI RAUKOLA; MARKKU HALINEN; KAJ NORDBÄCK; ANDREAS RÖNNQVIST; MATTI TIKKA.

(86) Pedido PCT: PCT FI2015050470 de 26/06/2015

(87) Publicação PCT: WO 2016/001484 de 07/01/2016

(85) Data do Início da Fase Nacional: 29/12/2016

(57) Resumo: MÉTODO PARA TRATAMENTO DE BIOSSEDIMENTO, E, PRODUTO A invenção refere-se a um método para tratamento de biossedimento, em que o método compreende a mistura de biossedimento com um material de base biológica para formar uma mistura, em que a matéria seca do biossedimento é pelo menos 0,01% (p/p) da matéria da mistura; tratamento da mistura a uma temperatura na faixa de 160-295°C sob pressão na presença de vapor; e liberação da pressão.

“MÉTODO PARA TRATAMENTO DE LODO BIOLÓGICO”

CAMPO DA INVENÇÃO

[0001] A invenção refere-se a um método para tratamento de lodo biológico (*biosludge*). A invenção refere-se ainda a um produto obtenível pelo método.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[0002] As águas residuais da indústria de polpa e de papel contêm tipicamente madeira, na sua forma original ou em uma forma alterada (por exemplo, como lignina, amido, álcoois). As águas residuais também contêm uma variedade de substâncias de processo e produtos químicos, também na sua forma original ou em uma forma alterada de alguma forma.

[0003] O teor de compostos nocivos para o ambiente em efluentes ou águas residuais, provenientes de estações, tais como processos de produção de polpa ou de esgotos municipais, é atualmente rigorosamente controlado por razões ambientais. As estações empregam vários tipos de soluções que são usadas para tratamento de águas residuais, a fim de garantir que as regulamentações ambientais sejam cumpridas para a estação.

[0004] A maioria dos efluentes da indústria de polpa e de papel é tratada em estações de tratamento biológico de esgoto (estações de lodo ativo ou *active sludge plants*, em inglês). Alguns deles tratam também efluentes da comunidade circundante. Os sistemas biológicos de tratamento de águas residuais podem ser usados especialmente para diminuir a quantidade de substâncias orgânicas de pequenas moléculas. A purificação biológica usa a capacidade dos microrganismos para viver em efluentes. Os microrganismos dissipam os resíduos dissolvidos e coloidais usando os mesmos como nutrição. Os resíduos são removidos parcialmente como massa biológica e parcialmente transformando os mesmos em dióxido de carbono e água.

[0005] Processos de tratamento de águas residuais tipicamente envolvem uma série de fases químicas e mecânicas. Em uma fase inicial, o lodo (*sludge*) primário fibroso é removido das águas residuais. Em seguida, o pH pode ser ajustado, uma vez que o pH mais adequado para o lodo é 7-7,5 e uma faixa adequada é 6,8-8. O pH é controlado por dosagem de composto alcalino (geralmente $CaCO_3$) ou ácido ao

efluente antes da aeração dependendo de pH do efluente que entra. A concentração de nutrientes das águas residuais remanescentes também pode ser ajustada, uma vez que o tratamento aeróbio subsequente usando processos bacterianos requer uma quantidade de nutrientes. Na purificação biológica, usam-se micróbios naturais, que usam materiais orgânicos de efluentes como nutrientes. Os métodos de purificação biológica podem incluir, por exemplo, processo de lodo ativo, tratamento anaeróbio, filtração biológica e uma lagoa aerada. As bactérias presentes nos processos biológicos degradam oxidativamente os compostos orgânicos presentes nas águas residuais, diminuindo assim a demanda química de oxigênio (COD). Como o oxigênio é necessário no processo, ele pode ser adicionado por aeração. Depois de os processos bacterianos terem funcionado durante um tempo suficiente, por exemplo, aprox., três semanas, o lodo biológico é separado das águas residuais.

[0006] Usualmente, os lodos são processados após a espessamento em uma prensa de fita de dreno e queimados em uma caldeira de casca, juntamente com casca proveniente de descascamento de madeira, e a cinza é localizada em um aterro sanitário. Os lodos também podem ser tratados biologicamente por digestão anaeróbica para fornecer biogás valioso ou por compostagem em que os lodos podem ser usados como fertilizante ou em paisagismo. No entanto, o descarte do o lodo biológico apresenta vários problemas. Tem um cheiro desagradável e é potencialmente nocivo ao ambiente, pois contém bactérias e outros microrganismos possíveis. Tipicamente também contém uma grande quantidade de fósforo, outros nutrientes, potássio, cloreto, resíduos de produtos químicos, vários elementos de não processados (NPEs) e metais pesados. O lodo biológico retém uma grande quantidade de água, pelo qual o descarte do o lodo biológico por queima não é particularmente eficiente em termos de energia, mesmo se parte da água é removida, por exemplo, por centrifugação antes da queima. As estações de produção de polpa frequentemente misturam o lodo biológico com o licor negro, mas os NPEs do lodo biológico tendem a interferir nesses processos. Se o lodo biológico for alimentado a uma unidade de recuperação de soda, pode causar problemas na recuperação de soda, por exemplo, devido à presença de NPEs. Por exemplo, a presença de potássio

e cloreto pode causar a formação de escória nas superfícies de fornecimento de calor da unidade de recuperação de soda, reduzindo assim a capacidade de produção de calor da unidade de recuperação de soda. O lodo biológico também foi queimado em uma caldeira de calor e energia combinados, por exemplo, após ter sido misturado com um lodo primário fibroso. No entanto, as caldeiras de calor e energia combinados de algumas instalações de produção de polpa podem ter períodos de inatividade significativos, nomeadamente durante o verão, durante os quais outros métodos de descarte do lodo biológico necessitam de ser empregados.

[0007] Foi reconhecida a necessidade de um método para tratamento de lodo biológico.

OBJETIVO DA INVENÇÃO

[0008] O objetivo da invenção é proporcionar um novo tipo de método para tratamento de lodo biológico. Além disso, o objetivo da invenção é proporcionar um produto que pode ser obtido pelo processo.

SUMÁRIO

[0009] O método de acordo com a presente invenção é caracterizado pelo que é apresentado na reivindicação 1.

[0010] O produto de acordo com a presente invenção é caracterizado pelo que é apresentado na reivindicação 21.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0011] O desenho anexo, que está incluído para proporcionar uma compreensão adicional da invenção e constitui uma parte desta descrição, ilustra uma forma de realização da invenção e, em conjunto com a descrição, ajuda a explicar os princípios da invenção. No desenho:

[0012] A Fig. 1 é um esquema de um sistema de reator para implementar o método de acordo com uma forma de realização da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0013] A presente invenção refere-se a um método para tratamento de lodo biológico, em que o método compreende

- misturar o lodo biológico com um material de base biológica para formar

uma mistura, em que a matéria seca do lodo biológico é pelo menos 0,01% (p/p) da matéria seca total da mistura;

- tratar a mistura a uma temperatura na faixa de 160-295°C sob pressão na presença de vapor; e

- liberar a pressão.

[0014] O termo “lodo biológico” deve ser entendido como referindo-se ao lodo obtido a partir de tratamento biológico de águas residuais, isto é, material residual semissólido deixado de um processo biológico de tratamento de águas residuais. O lodo biológico tipicamente contém vários contaminantes orgânicos, inorgânicos e microbiológicos.

[0015] O lodo biológico e o material de base biológica podem ser misturados, por exemplo, misturando-os usando um equipamento adequado tal como um misturador ou uma misturadora antes do tratamento a uma temperatura na faixa de 160-295°C sob pressão na presença de vapor. O material de base biológica pode ser comprimido, triturado ou moído. Por exemplo, o material de base biológica pode ser moído por moinho de martelo antes da mistura.

[0016] O tratamento a uma temperatura na faixa de 160-295°C sob pressão na presença de vapor pode ser feito, por exemplo, em um vaso de reação. Um recipiente de reator adequado pode ser, por exemplo, um reator ou um parafuso tampão (*plug screw*). Durante o tratamento a uma temperatura na faixa de 160-295°C sob pressão na presença de vapor, a mistura hidrolisa até certo ponto, e as estruturas celulares presentes na mistura são desintegradas. Por exemplo, o ácido acético pode ser formado na mistura durante o tratamento. Alguns componentes tais como lignina contida na mistura podem ser liberados das paredes celulares e ser distribuídos de forma mais uniforme na mistura. Isto pode tornar a mistura mais acessível a outros tratamentos físicos e/ou químicos.

[0017] A pressão pode ser liberada, por exemplo, forçando a mistura tratada a uma temperatura na faixa de 160-295°C sob pressão na presença de vapor através de uma porta de descarga. A pressão atrás da porta de descarga deve ser inferior à pressão durante o tratamento a uma temperatura na faixa de 160-295°C na presença

de vapor.

[0018] À medida que a pressão é liberada, em particular, se liberada repentinamente ou explosivamente, a estrutura da mistura, por exemplo, a estrutura das paredes celulares e das fibras presentes na biomassa contida na mistura pode romper.

[0019] Em uma forma de realização, a pressão é liberada repentina ou explosivamente para romper a estrutura da mistura.

[0020] Em uma forma de realização, a matéria seca do lodo biológico é pelo menos 0,1% (p/p), ou pelo menos 1% (p/p) ou pelo menos 2% (p/p) ou pelo menos 5% (p/p), ou 0,01 - 40% (p/p), ou 0,1-20% (p/p) ou 1 - 10% (p/p) ou 2 - 5% da matéria seca total da mistura.

[0021] A quantidade de matéria seca do lodo biológico da matéria seca total da mistura não é particularmente limitada. Por exemplo, as misturas em que a matéria seca do lodo biológico é cerca de 1 - 10% (p/p) ou cerca de 2 - 5% (p/p) da matéria seca total da mistura pode ser suficiente para permitir a remoção do lodo biológico produzido no processo de tratamento de águas residuais de uma estação tal como uma fábrica de preparação de polpa. Além disso, a quantidade máxima de matéria seca do lodo biológico pode variar, por exemplo, dependendo do teor de água do lodo biológico, do material de base biológica e do equipamento usados e pode assim ser mais do que 40% (p/p) da matéria seca total da mistura. A quantidade de matéria seca do lodo biológico da matéria seca total da mistura pode ser selecionada de modo a que se forme uma mistura homogênea.

[0022] O vapor pode ser formado durante o tratamento a uma temperatura na faixa de 160-295°C sob pressão, à medida que a água ou a umidade contida na mistura evaporam, ou pode ser alimentada na mistura durante o tratamento. Em uma forma de realização, o vapor é alimentado na mistura. O vapor pode ser alimentado durante, antes ou ambos durante e antes do tratamento da mistura a uma temperatura na faixa de 160-295°C sob pressão na presença de vapor.

[0023] O tempo necessário para tratar a mistura a uma temperatura na faixa de 160-295°C sob pressão na presença de vapor pode variar dependendo de um número

de fatores, tais como o material de base biológica, a temperatura, a pressão e o tamanho do equipamento usado.

[0024] Em uma forma de realização, a mistura é tratada a uma temperatura na faixa de 160-295°C sob pressão na presença de vapor por 1 - 60 minutos, ou por 1 - 5 minutos, ou por 5 - 30 minutos.

[0025] A pressão necessária para tratar a mistura a uma temperatura na faixa de 160-295°C na presença de vapor também pode variar dependendo de vários fatores, tais como o material de base biológica, a temperatura e o equipamento usado.

[0026] Em uma forma de realização, a pressão é de pelo menos 2 bar (0,2 MPa) ou, pelo menos, 3 bar (0,3 MPa) ou, pelo menos, 5 bar (0,5 MPa) ou, pelo menos, 10 bar (1 MPa), ou na faixa de 2 - 50 bar (0,2 a 5 MPa), ou na faixa de 3 - 10 bar (0,3 a 1 MPa), ou na faixa de 5 - 10 bar (0,5 MPa a 1 MPa), ou na faixa de 10 - 20 bar (1 a 2 MPa).

[0027] Em uma forma de realização, a pressão é suficiente para permitir a liberação da pressão repentina ou explosivamente.

[0028] Em uma forma de realização, a pressão é liberada para uma pressão inferior a 5 bar (0,5 MPa), ou inferior a 4 bar (0,4 MPa), ou inferior a 2 bar (0,2 MPa), ou a cerca de 1 bar (0,1 MPa), ou a uma pressão ambiente.

[0029] Em uma forma de realização, a pressão é liberada pela redução da pressão em pelo menos 50% da pressão, ou por 60% da pressão, ou pelo menos 70% da pressão, ou pelo menos 75% da pressão.

[0030] Em muitas formas de realização, não é necessário liberar a pressão para uma pressão ambiente ou uma pressão de cerca de 1 bar (0,1 MPa), desde que a pressão seja liberada para uma pressão significativamente inferior.

[0031] A temperatura necessária para tratar a mistura sob pressão na presença de vapor também pode variar. Por exemplo, se o lodo biológico contiver uma grande quantidade de água, pode ser necessária uma temperatura mais elevada (e/ou opcionalmente um tempo de tratamento mais longo).

[0032] Em uma forma de realização, a mistura é tratada a uma temperatura na faixa de 215 - 295°C, ou na faixa de 160 - 260°C, ou na faixa de 200 - 230°C, ou na

faixa de 190 - 230°C ou na faixa de 190 - 220°C.

[0033] Em uma forma de realização, o lodo biológico é pré-tratado antes da mistura com o material de base biológica. O lodo biológico pode ser pré-tratado para aumentar o teor de matéria seca do lodo biológico. Isto pode ser feito e. Por centrifugação do lodo biológico. O pré-tratamento pode aumentar o teor de matéria seca do lodo biológico em cerca de 10%, ou mesmo em cerca de 15%. Em uma forma de realização, o lodo biológico é misturado com lodo primário fibroso antes da mistura com o material de base biológica.

[0034] O termo “lodo primário fibroso” deve ser entendido como referindo-se a lodo obtido por purificação mecânica, por exemplo, clarificação preliminar, das águas residuais. Os lodos primários fibrosos podem ser obtidos, por exemplo, a partir de águas residuais produzidas por um processo de preparação de polpa tipicamente contém componentes derivados de casca, fibras, vários aditivos e pigmentos.

[0035] Em uma forma de realização, a mistura é submetida à remoção de água antes do tratamento da mistura a uma temperatura na faixa de 160-295°C sob pressão na presença de vapor. A remoção de água pode ser feita, por exemplo, comprimindo a mistura ou forçando a mistura com um parafuso tampão. O método não é, no entanto, particularmente sensível à quantidade de água.

[0036] Em uma forma de realização, a mistura é comprimida para formar um bolo antes do tratamento da mistura a uma temperatura na faixa de 160-295°C sob pressão na presença de vapor.

[0037] A mistura pode ser comprimida forçando a mistura através de um parafuso tampão.

[0038] A mistura pode também ser comprimida e a mistura ou bolo alimentado forçando a mistura através de um parafuso tampão em um reator para tratar a mistura a uma temperatura na faixa de 160-295°C sob pressão na presença de vapor.

[0039] A mistura pode ser comprimida para formar um bolo e o bolo alimentado forçando a mistura através de um parafuso tampão em um reator para tratar a mistura a uma temperatura na faixa de 160-295°C sob pressão na presença de vapor.

[0040] A compressão pode ser feita, por exemplo, forçando a mistura através de

um parafuso tampão que tem uma seção transversal afilada descendente. À medida que a mistura é comprimida, a água é removida da mistura. Em uma tal forma de realização, a mistura pode formar um pré-revestimento na superfície interior do invólucro do parafuso tampão. Tal pré-revestimento pode auxiliar na compressão e/ou na remoção de água.

[0041] Em uma forma de realização, a mistura é impregnada com água ou uma solução aquosa antes de tratar a mistura a uma temperatura na faixa de 160-295°C sob pressão na presença de vapor. A solução aquosa pode ser, por exemplo, uma solução ácida diluída.

[0042] O método pode ser implementado como um processo contínuo ou em batelada.

[0043] O material de base biológica pode ser submetido à remoção de água antes de misturar com o lodo biológico. A remoção de água aumenta o seu teor de matéria seca e pode reduzir a remoção de água da mistura em fases subsequentes do método, por exemplo, no pré-tratamento da mistura.

[0044] Em uma forma de realização, o material de base biológica é um material à base de madeira.

[0045] Em uma forma de realização, o material de base biológica compreende um material fibroso de base biológica, biomassa que não seja de madeira, casca ou qualquer mistura dos mesmos.

[0046] Em uma forma de realização, o material de base biológica compreende um material selecionado do grupo que consiste em um material fibroso de base biológica, biomassa que não seja de madeira, casca e qualquer mistura dos mesmos.

[0047] Em uma forma de realização, o material de base biológica é ou consiste em um material selecionado do grupo consistindo de um material fibroso de base biológica, a biomassa que não seja de madeira, casca e qualquer mistura dos mesmos.

[0048] Em uma forma de realização, o material de base biológica compreende a casca.

[0049] Em uma forma de realização, o material de base biológica é ou consiste em

casca.

[0050] A casca como um material de base biológica exibe uma compressibilidade favorável e uma capacidade de ligar a mistura junto. Pode permitir que o lodo biológico seja fornecido em uma forma adequada para ser comprimido, por exemplo, usando um parafuso tampão, e alimentado em um reator para o tratamento a uma temperatura de 160-295°C sob pressão na presença de vapor. Pode também tornar possível a realização do método de uma maneira contínua. Uma mistura de lodo biológico com um material de base biológica que compreende casca pode também ter uma composição favorável. Uma mistura de lodo biológico com um material de base biológica que compreende a casca pode também ter um alto teor de energia. Pode assim tornar o produto do método adequado para utilização, por exemplo, para ser queimado em uma caldeira de calor e energia combinados ou em um forno de cal, uma vez que a mistura pode conter pequenas quantidades de componentes nocivos tais como potássio, cloretos e/ou outros elementos não processuais e o produto pode proporcionar uma quantidade relativamente baixa de cinzas, quando queimado, e a cinza pode ter uma composição favorável.

[0051] Em formas de realização, em que o lodo biológico é misturado com casca, a presença de outros materiais de base biológica ou outros componentes na mistura não é necessariamente excluída.

[0052] A casca pode ser moída ou triturada.

[0053] Em uma forma de realização, o material fibroso de base biológica compreende um material fibroso à base de madeira, turfa, lodo primário fibroso, ou qualquer mistura dos mesmos.

[0054] Em uma forma de realização, o material fibroso de base biológica compreende um material selecionado do grupo constituído por um material fibroso à base de madeira, turfa, lodo primário fibroso, e qualquer mistura dos mesmos.

[0055] Em uma forma de realização, o material fibroso de base biológica é ou é constituído por um material selecionado do grupo constituído por um material fibroso à base de madeira, turfa, lodo primário fibroso, e qualquer mistura dos mesmos.

[0056] Em uma forma de realização, o material fibroso à base de madeira

compreende material de madeira reciclado comprimido, aparas de madeira, serrim ou qualquer mistura dos mesmos.

[0057] Em uma forma de realização, o material fibroso à base de madeira compreende um material selecionado do grupo que consiste em material de madeira reciclado comprimido, aparas de madeira, serrim e qualquer mistura dos mesmos.

[0058] Em uma forma de realização, o material fibroso à base de madeira é ou consiste em um material selecionado do grupo que consiste em material de madeira reciclado comprimido, aparas de madeira, serrim e qualquer mistura dos mesmos.

[0059] Em princípio, o lodo biológico pode ser obtenível ou derivado de qualquer processo que envolva um processo aeróbio de tratamento de águas residuais.

[0060] Em uma forma de realização, o lodo biológico é obtenível a partir do processo de tratamento de águas residuais obteníveis a partir de um processo de preparação de polpa ou esgoto municipal.

[0061] Em uma forma de realização, o lodo biológico é obtenível a partir do processo de tratamento de águas residuais obteníveis a partir de um processo de preparação de polpa, um processo químico de preparação de polpa ou um processo de fabricação de papel.

[0062] Em uma forma de realização, a mistura é seca após a liberação da pressão. Isto pode ser feito, por exemplo, por descarga da mistura para um secador. A secagem pode ser feita sob pressão. Em uma forma de realização, a mistura é seca sob uma pressão inferior a 5 bar (0,5 MPa), ou inferior a 4 bar (0,4 MPa), ou inferior a 2 bar (0,2 MPa), ou uma pressão na faixa de 1 - 5 bar (0,1 a 0,5 MPa), ou uma pressão de cerca de 1 bar (0,1 MPa), ou uma pressão ambiente. Em uma forma de realização, a mistura é seca a uma temperatura na faixa de 20-150°C, ou na faixa de 50-150°C, ou na faixa de 70-140°C.

[0063] Em uma forma de realização, a mistura é queimada depois de liberar a pressão.

[0064] Em uma forma de realização, a mistura é peletizada (*pelletized*) após liberação da pressão.

[0065] Em uma forma de realização, a mistura é peletizada e queimada após

liberação da pressão.

[0066] Em uma forma de realização, a mistura é queimada em uma caldeira de calor e energia combinados ou em um forno de cal.

[0067] Em uma forma de realização, o método compreende:

- misturar lodo biológico com casca para formar uma mistura, em que a matéria seca do lodo biológico é pelo menos 0,01% (p/p) da matéria seca total da mistura;

- tratar a mistura a uma temperatura na faixa de 160-295°C sob pressão na presença de vapor; e

- liberar a pressão de forma brusca ou explosiva.

[0068] Em uma forma de realização, o método compreende

- misturar lodo biológico com casca para formar uma mistura, em que a matéria seca do lodo biológico é pelo menos 0,01% (p/p) da matéria seca total da mistura;

- comprimir a mistura para formar um bolo e alimentar o bolo forçando a mistura através de um parafuso tampão em um reator para tratar a mistura a uma temperatura na faixa de 160-295°C sob pressão na presença de vapor;

- tratar a mistura a uma temperatura na faixa de 160-295°C sob pressão na presença de vapor; e

- liberar a pressão de forma súbita ou explosiva.

[0069] Um tal método pode ser implementado como um processo contínuo.

[0070] A presente invenção refere-se ainda a um produto obtenível pelo método de acordo com uma ou mais formas de realização da invenção.

[0071] O produto tem tipicamente uma cor marrom ou acastanhada e tem uma consistência tipo turfa.

[0072] A presente invenção refere-se ainda ao uso do produto obtenível pelo método de acordo com uma ou mais formas de realização da invenção para a produção de energia.

[0073] A presente invenção refere-se ainda ao uso do produto obtenível pelo método de acordo com uma ou mais formas de realização da invenção como um

fertilizante.

[0074] A presente invenção refere-se ainda ao uso do produto obtenível pelo método de acordo com uma ou mais formas de realização da invenção para melhorar a qualidade do material do solo.

[0075] As formas de realização da invenção descritas aqui anteriormente podem ser usadas em qualquer combinação entre si. Várias das formas de realização podem ser combinadas em conjunto para formar uma forma de realização adicional da invenção. Um método, um produto ou um uso, ao qual a invenção está relacionada, pode compreender pelo menos uma das formas de realização da invenção descrita aqui anteriormente.

[0076] Uma vantagem da presente invenção é que o produto obtenível pelo método tem um elevado teor de matéria seca. Pode, assim, ser queimado com alta eficiência energética. A queima do produto pode produzir mais energia térmica do que a necessária para produzir o produto. O produto também tem um teor relativamente baixo de contaminantes, tais como NPEs, potássio, cloreto e metais pesados.

[0077] Uma vantagem da presente invenção é que o método remove uma quantidade significativa de NPE do lodo biológico.

[0078] Uma vantagem da presente invenção é que o método aumenta o conteúdo energético do lodo biológico significativamente. Isto proporciona possibilidades muito mais amplas de usar uma variedade mais ampla de lodos biológicos para a produção de energia.

[0079] Uma vantagem da presente invenção é que o método é robusto e relativamente eficiente em termos de energia. O produto pode ser seco e posteriormente usado ou processado de forma eficiente em termos energéticos.

[0080] Uma vantagem da presente invenção é que o produto obtenível pelo método é tipicamente estéril e tem um odor menos ofensivo do que o lodo biológico bruto.

[0081] Uma vantagem da presente invenção é que permite a remoção e descarte eficientes de fósforo, NPEs e outros componentes presentes em águas residuais e no lodo biológico obtido a partir das águas residuais.

[0082] Uma vantagem da presente invenção é que o método pode ser implementado continuamente.

[0083] Uma vantagem da presente invenção é que o lodo biológico pode ser formulado de uma maneira que permita o tratamento eficiente e a descarte do lodo biológico. A mistura que compreende o lodo biológico pode exibir uma compressibilidade favorável e uma capacidade para ligar a mistura em conjunto. Por conseguinte, pode permitir que o lodo biológico seja fornecido em uma forma adequada para ser comprimido, por exemplo, usando um parafuso tampão e alimentado para um reator para o tratamento da uma temperatura de 160-295°C sob pressão na presença de vapor.

[0084] Uma vantagem da presente invenção é que a necessidade de remover a água do lodo biológico antes do tratamento pode ser diminuída ou mesmo eliminada.

EXEMPLOS

[0085] Será agora feita referência em detalhes às formas de realização da presente invenção, um exemplo do qual está ilustrado nos desenhos anexos.

[0086] A descrição abaixo descreve algumas formas de realização da invenção em um tal detalhe que um habilitado na técnica é capaz de utilizar a invenção com base na descrição. Nem todas as etapas das formas de realização são discutidas em detalhes, uma vez que muitas das etapas serão óbvios para o habilitado na técnica com base nesta descrição.

[0087] A Figura 1 ilustra um sistema de reator que pode ser usado para implementar um método de acordo com uma forma de realização da presente invenção para o tratamento de lodo biológico.

[0088] A mistura de lodo biológico e material de base biológica 1 é alimentada no sistema a partir de um recipiente de granel 2. A partir do recipiente de granel 2, a mistura desloca-se em uma correia transportadora 3, na extremidade da qual um nivelador 4, por exemplo, um ancinho ou uma escova, nivela a mistura. A mistura nivelada é alimentada através de um parafuso de alimentação de força 5 e ainda através de um alimentador de parafuso tampão 6 (*plug screw feeder*). O alimentador de parafuso tampão 6 é vertical nesta forma de realização e tem uma seção

transversal afilada para baixo. O alojamento do alimentador de parafuso tampão 6 contém perfurações (não mostradas na Figura) através das quais a água pode passar. À medida que a mistura é forçada através do alimentador de parafuso tampão 6, a água é removida como prensado 7. A mistura forma um bolo compacto na extremidade inferior do alimentador de parafuso tampão 6. Este bolo compacto é impermeável ao vapor. O bolo é forçado a um vaso de reator 8. Nesta forma de realização, o vaso de reator 8 é também um parafuso tampão. O vapor 9 é alimentado para dentro do vaso de reação 8. Nesta forma de realização exemplificativa, a pressão no vaso do reator pode ser de cerca de 3 - 4 bar (0,3 a 0,4 MPa) e uma temperatura de cerca de 200-220°C. Na extremidade do vaso de reator 8, a pressão é reliberada passando a mistura tratada para uma descarga 10. A descarga 10 pode compreender, por exemplo, um parafuso tampão. A pressão na descarga 10 é significativamente inferior a 3 - 4 bar (0,3 a 0,4 MPa), por exemplo, cerca de 1 bar (0,1 MPa). A mistura descarregada é transportada para um secador 11, e o produto seco 12 é recuperado.

EXEMPLO 1 - Tratamento de lodo biológico

[0089] Uma batelada de lodo biológico tendo um teor de matéria seca de 4,7% foi tratado em execuções de ensaio. Uma mistura de casca de madeira macia e madeira dura com um teor de matéria seca de 47% foi moída em moinho de martelo usando uma placa de separação com diâmetro de orifício de tela de 20 mm e submetida à remoção de água. A mistura de casca submetida à remoção de água foi misturada com o lodo biológico por mistura suave em um misturador de concreto. Foram obtidas misturas nas quais a matéria seca do lodo biológico foi 2,5% ou 5% (p/p) da matéria seca total da mistura.

[0090] A mistura foi primeiramente alimentada usando um parafuso de alimentação de força a um parafuso tampão. No parafuso tampão, parte da água contida na mistura foi removida como prensado e a mistura foi comprimida. A mistura comprimida foi alimentada por um parafuso tampão a um reator horizontal em que foi alimentado vapor. Os parâmetros do tratamento no reator em diferentes execuções foram os seguintes:

Tempo de residência (minutos)	3,4 - 5,1

Parafuso de alimentação de força (kW)	0,5 - 0,7
Parafuso tampão (kW)	1,3 - 1,8
Parafuso tampão (rpm)	18,0 - 26,2
Entrada do reator (°C)	181,8 - 194,3
Saída do reator (°C)	169,1 - 178,2
Temperatura do vapor do reator (°C)	202,2 - 204,9
Pressão do reator (bar)	15,3 - 16,1 (1,53 a 1,61 MPa)
Taxa de alimentação	54 kg/h
Fluxo de vapor	510 kg/h

A pressão foi liberada de forma explosiva descarregando a mistura tratada a uma pressão de cerca de 3,8 bar (0,38 MPa). A mistura descarregada foi transportada para um secador. As condições no secador foram as seguintes:

Entrada do secador (°C)	124,4 - 138,2
Saída da secadora (°C)	74,2 - 82,6
Queimador do secador (°C)	279,6 – 383,7
Pressão do secador (bar)	3,8 (0,38 MPa)

[0091] Depois de cada execução, uma amostra foi coletada a partir da entrada de alimentação, a partir do prensado de parafuso tampão coletado e do produto final seco. As balanças de massa medidas indicaram que cerca de 50% do lodo biológico incluído na mistura entrou no reator.

[0092] O tratamento foi realizado sem qualquer perturbação de capacidade de execução não esperada. A mistura foi bem submetida à remoção de água.

[0093] É óbvio para um habilitado na matéria que, com o avanço da tecnologia, a ideia básica da invenção pode ser implementada de várias maneiras. A invenção e as suas formas de realização não se limitam assim aos exemplos descritos acima; em vez disso, podem variar dentro do escopo das reivindicações

REIVINDICAÇÕES

1. Método para tratamento de lodo biológico, o método caracterizado pelo fato de que compreende:

- misturar o lodo biológico com um material de base biológica para formar uma mistura, em que a matéria seca do lodo biológico é pelo menos 0,01% (p/p) da matéria seca total da mistura, e em que o material de base biológica é uma casca;

- tratar a mistura a uma temperatura na faixa de 160-295°C sob pressão na presença de vapor; e

- liberar a pressão bruscamente ou de forma explosiva para romper a estrutura da mistura.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a matéria seca do lodo biológico é pelo menos 0,1% (p/p), ou pelo menos 1% (p/p), ou pelo menos 2% (p/p), ou pelo menos 5% (p/p), ou 0,01 a 40% (p/p), ou 0,1 a 20% (p/p), ou 1 a 10% (p/p), ou 2 a 5% (p/p) da matéria seca total da mistura.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a mistura é tratada a uma temperatura na faixa de 160 a 295°C, sob pressão, na presença de vapor, por 1 a 60 minutos, ou por 1 - 5 minutos, ou por 5 - 30 minutos.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a pressão é de pelo menos 0,2 MPa ou, pelo menos 0,3 MPa, ou pelo menos 1 MPa, ou entre 0,2 a 5 MPa, ou entre 0,3 a 1 MPa, ou na faixa de 1 a 2 MPa.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a pressão é liberada para uma pressão inferior a 0,5 MPa, ou inferior a 0,4 MPa, ou inferior a 0,2 MPa, ou cerca de 0,1 MPa, ou em pressão ambiente.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que a pressão é liberada pela redução da pressão em pelo menos 50% da pressão, ou em 60% da pressão, ou em pelo menos 70% da pressão, ou em pelo menos 75% da pressão.

7. Método, de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 6,

caracterizado pelo fato de que a mistura é tratada a uma temperatura compreendida na faixa de 215 a 295°C, ou na faixa de 160 a 260°C, ou na faixa de 200 a 230°C, ou na faixa de 190 a 230°C, ou na faixa de 190 a 220°C.

8. Método, de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que a mistura é submetida à remoção de água antes do tratamento da mistura a uma temperatura na faixa de 160 a 295°C sob pressão na presença de vapor.

9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que a mistura é comprimida para formar um bolo antes do tratamento da mistura a uma temperatura na faixa de 160 a 295°C sob pressão na presença de vapor.

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a mistura é comprimida forçando a mistura através de um parafuso tampão.

11. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que o lodo biológico é obtido a partir do processo de tratamento de águas residuais obtidas a partir de um processo de preparação de polpa, um processo químico de preparação de polpa ou um processo de fabricação de papel.

12. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que o lodo biológico é obtido a partir do processo de tratamento de águas residuais obtidas a partir de esgotos municipais.

13. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que a mistura é queimada ou peletizada e queimada após liberação da pressão.

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que a mistura é queimada em uma caldeira de calor e energia combinados ou em um forno de cal.

15. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo fato de que é implementado como um processo contínuo.

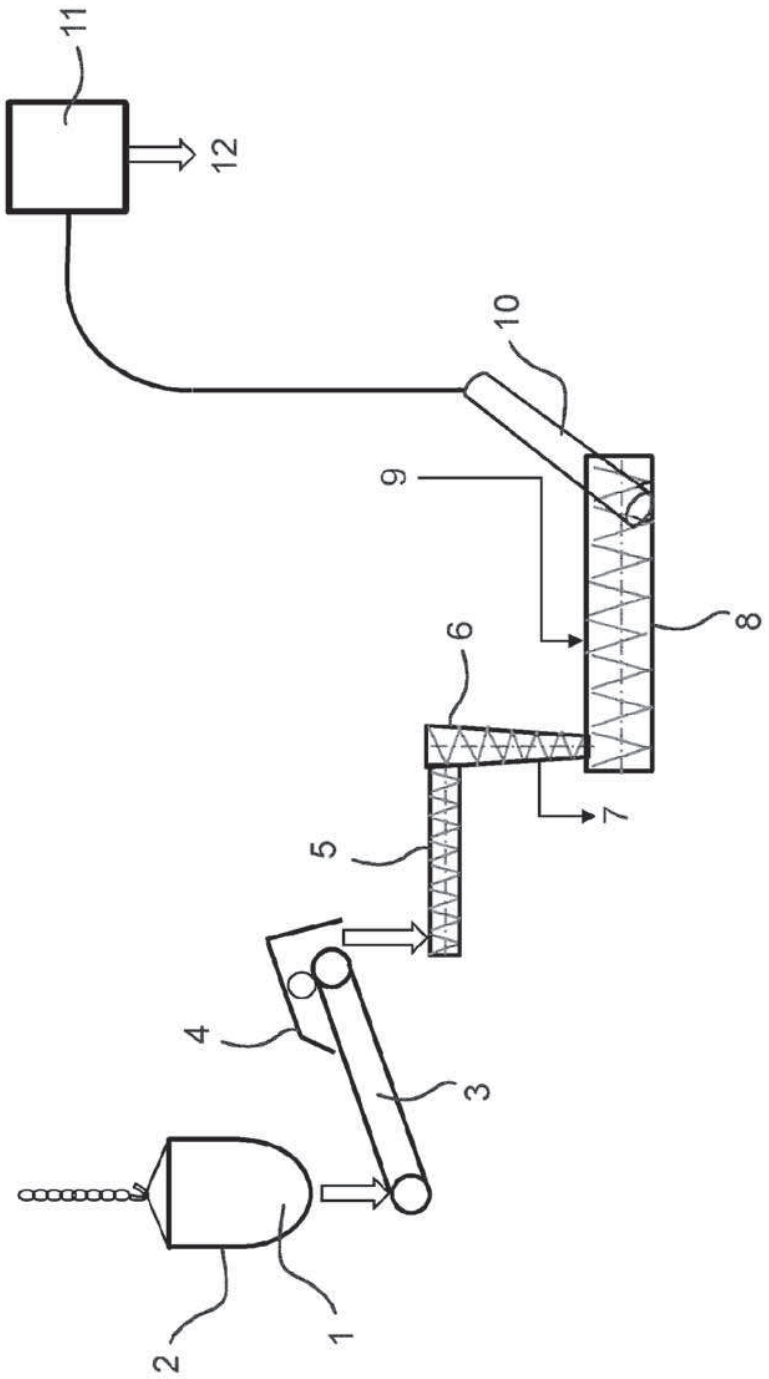


Figura 1