



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102016006081-8 A2

(22) Data do Depósito: 18/03/2016

(43) Data da Publicação: 26/09/2017



* B R 1 0 2 0 1 6 0 0 6 0 8 1 A

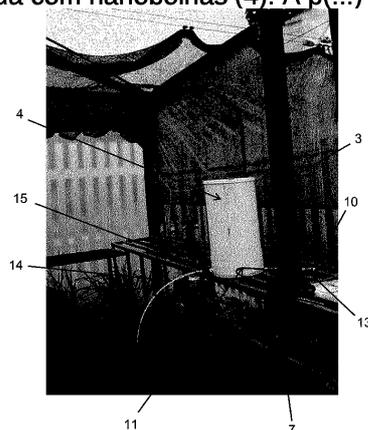
(54) Título: SISTEMA E MÉTODO DE GERAÇÃO DE NANOBOLHAS

(51) Int. Cl.: B01F 3/04; B01F 5/00

(73) Titular(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

(72) Inventor(es): JORGE RUBIO ROJAS; RAMIRO ETCHEPARE; ANDRÉ CAMARGO DE AZEVEDO

(57) Resumo: A presente invenção descreve um sistema e um método de geração de nanobolhas para aplicações industriais, possibilitando a maximização do tratamento de águas brutas e efluentes líquidos, a maior oxidação de águas poluídas, o tratamento de partículas finas e ultrafinas de minérios e a germinação de sementes e crescimento de plantas, e animais aquáticos. Especificamente, a presente invenção compreende um sistema composto por reservatório (1) de líquidos; bomba centrífuga (2); dispositivo de pressurização controlada (3); dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4); medidor de pressão (5); válvula pneumática (6); e dispositivo de constrição de fluxo (7); e um método de aplicação e geração das nanobolhas composto pelas etapas de injeção de líquido e injeção de gás no dispositivo de pressurização controlada (3); mistura do líquido e do gás, saída da mistura líquido-gás e passagem pelo dispositivo de constrição de fluxo (7) gerando bolhas; separação das microbolhas e das nanobolhas no dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4); e saída do líquido com nanobolhas do dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4). A p(...)



SISTEMA E MÉTODO DE GERAÇÃO DE NANOBOLHAS

Campo da Invenção

[0001] A presente invenção descreve um sistema e um método de geração de nanobolhas de gás para aplicações industriais, possibilitando a maximização do tratamento de águas brutas e efluentes líquidos, a maior oxidação de águas poluídas, o tratamento de partículas finas e ultrafinas de minérios e a germinação de sementes e crescimento de plantas e animais aquáticos. A presente invenção se situa nos campos da nanotecnologia aplicada na engenharia ambiental e sanitária, microbiologia, indústria química e de alimentos e agronomia, sendo a mesma relacionada ao gerenciamento de efluentes, agricultura e criação de animais aquáticos, processos da indústria química, de alimentos e bebidas que necessitam de aeração/gaseificação prolongada e eficiente.

Antecedentes da Invenção

[0002] O aumento da preocupação com o meio ambiente e, em especial, com o uso dos recursos hídricos tem resultado na valorização da água como bem de consumo e levado os órgãos de controle ambiental a revisar a legislação em vigor e estipular limites mais rigorosos para o descarte de efluentes industriais.

[0003] Por outro lado, com o aumento da população e a conseqüente deterioração dos recursos hídricos provocando escassez de água, a necessidade de reuso das águas residuais, sejam industriais ou domésticas, têm motivado a pesquisa por novas e melhores alternativas tecnológicas de tratamento para o reaproveitamento de águas.

[0004] Assim, avanços tecnológicos têm tornado viável a aplicação de processos de tratamento de efluentes contendo, entre outros poluentes e contaminantes, óleos, corantes e metais pesados. Dentre os estudos feitos, destacam-se a captura de partículas indesejáveis através de bolhas, através de flotação avançada; oxidação/aeração de águas poluídas, possibilitando a

proliferação de microrganismos que se alimentam dos dejetos; e o tratamento de partículas finas de minérios.

[0005] Na busca pelo estado da técnica em literaturas científica e patentária, não foram encontrados documentos que tratam sobre o tema ou processos e equipamentos similares para tratamento de minérios, águas brutas e efluentes líquidos, com reciclagem da água tratada e elevada concentração de nanobolhas.

[0006] Assim, do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

[0007] Pelo fato ainda de não terem muitos estudos relacionados com nanobolhas, as soluções atuais ainda sofrem com uma baixa eficiência e cinética dos processos de tratamento, além de grandes perdas nos tratamentos por flotação por bolhas e consumindo elevada quantidade de água.

Sumário da Invenção

[0008] Dessa forma, a presente invenção tem por objetivo resolver os problemas constantes no estado da técnica a partir de um sistema e um método para tratamento de minérios, águas brutas e efluentes líquidos por flotação avançada, com reciclagem da água tratada e elevada concentração de nanobolhas (10^9 bolhas/mL). A geração de água com nanobolhas permite ainda o crescimento acelerado de gramíneas e plantas ornamentais e a produção de animais aquáticos de cativeiro.

[0009] Em um primeiro objeto a presente invenção apresenta um sistema de geração de nanobolhas compreendendo:

- a. um dispositivo de pressurização controlada (3);
- b. um dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4);
- c. ao menos um medidor de pressão (5);
- d. ao menos uma válvula pneumática (6);
- e. ao menos um dispositivo de constrição de fluxo (7);

em que,

- o dispositivo de pressurização controlada (3), o dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4) e o dispositivo de constrição de fluxo (7) estão associados por um tubo para a transferência da mistura (11);
- o medidor de pressão (5) e a válvula pneumática (6) estão associados ao dispositivo de pressurização controlada (3);
- o tubo para injeção do líquido (9) está associado a uma primeira válvula de controle (12);
- o dispositivo de pressurização controlada (3) apresenta conexão com um tubo para injeção de gás (10) associado a uma segunda válvula de controle (13)
- o dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4) apresenta conexão com um tubo para saída do líquido com nanobolhas (14) associado a uma terceira válvula de controle (15).

[0010] Em um segundo objeto, a presente invenção apresenta um método de geração de nanobolhas compreendendo as seguintes etapas:

- a. injeção de líquido e injeção de gás no dispositivo de pressurização controlada (3);
- b. dissolução e saturação do gás no líquido, injetados na etapa a);
- c. saída da mistura líquido-gás e passagem pelo dispositivo de constrição de fluxo (7) gerando bolhas;
- d. saída do líquido com nanobolhas (14).

[0011] A principal vantagem da presente invenção é que o sistema é compacto; possui elevada capacidade e eficiência; baixo custo de investimento e operação e facilidades de manutenção e operação. O sistema envolve o método de geração espontânea de uma elevada concentração de nanobolhas de gases diversos, por despressurização de ar dissolvido em água, via cavitação.

[0012] Existem aplicações das nanobolhas em diversas áreas e setores de mercado, mas não existe a geração sustentável e em grande concentração comprovada e medida, o que pode viabilizar novas aplicações e expandir a utilização da presente invenção.

[0013] Ainda, o conceito inventivo comum a todos os contextos de proteção reivindicados é um sistema composto por dispositivos que ao serem usados segundo o método descrito, geram nanobolhas para aplicações industriais, possibilitando a maximização do tratamento de águas brutas e efluentes líquidos, a maior oxidação/aeração de águas poluídas, o tratamento de partículas finas e ultrafinas de minérios e a germinação e crescimento de plantas, sementes e animais aquáticos.

[0014] Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e pelas empresas com interesses no segmento, e serão descritos em detalhes suficientes para sua reprodução na descrição a seguir.

Breve Descrição das Figuras

[0015] Com o intuito de melhor definir e esclarecer o conteúdo do presente pedido de patente, as seguintes figuras são apresentadas:

[0016] A figura 1 mostra o sistema e algumas etapas do método para o exemplo de processo contínuo para produção de dispersão de nanobolhas em alta concentração.

[0017] A figura 2 mostra o sistema e algumas etapas do método para o exemplo de processo em bateladas para produção de dispersão de nanobolhas em alta concentração.

[0018] A figura 3 mostra o equipamento utilizando processo em batelada em uma aplicação de irrigação para cultivo de arroz.

Descrição Detalhada da Invenção

[0019] As descrições que se seguem são apresentadas a título de exemplo e não limitativas ao escopo da invenção e farão compreender de forma mais clara o objeto do presente pedido de patente.

[0020] Em um primeiro objeto, a presente invenção apresenta um sistema de geração de nanobolhas compreendendo:

- a. um dispositivo de pressurização controlada (3);
- b. um dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4);

- c. ao menos um medidor de pressão (5);
- d. ao menos uma válvula pneumática (6);
- e. ao menos um dispositivo de constrição de fluxo (7);

em que:

- o dispositivo de pressurização controlada (3), o dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4) e o dispositivo de constrição de fluxo (7) estão associados por meio de um tubo para saída da mistura (11);
- o medidor de pressão (5) e a válvula pneumática (6) estão associados ao dispositivo de pressurização controlada (3);
- o tubo para injeção do líquido (9) está associado a uma primeira válvula de controle (12);
- o dispositivo de pressurização controlada (3) é conectado a um tubo para injeção de gás (10) associado a uma segunda válvula de controle (13)
- o dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4) é conectado com um tubo para saída do líquido com nanobolhas (14) associado a uma terceira válvula de controle (15).

[0021] Em uma concretização, o dispositivo de pressurização controlada (3) é um vaso saturador de leito recheado com anéis de rasching.

[0022] Em uma concretização, dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4) é um tanque colunar.

[0023] Em uma concretização, o dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4) é usado para a separação de microbolhas, sendo um acumulador de água com as nanobolhas geradas.

[0024] Em uma concretização, o dispositivo de constrição de fluxo (7) é usado para a geração de bolhas e pode ser uma válvula agulha ou um tubo de Venturi ou uma placa de orifício.

[0025] Em uma concretização, a válvula pneumática (6) é usada para alívio de gás no dispositivo de pressurização controlada (3).

[0026] Em uma concretização, o medidor de pressão (5) é um manômetro.

[0027] Em uma concretização, o dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4) é usado quando o interesse de aplicação é apenas para

nanobolhas, livres de microbolhas. Nanobolhas consistem em bolhas de gases que possuem diâmetro na ordem de nanômetros.

[0028] Como pode ser observado na Figura 2 o sistema descrito opera em regime batelada. Em que, o processo em batelada consiste em um processo recarregável, onde ao fim de cada processo é inserida uma nova carga ao sistema.

[0029] O sistema mencionado é, também, adaptável para operar em regime contínuo, onde uma bomba centrífuga (2) é associada ao tubo de injeção de líquido (9) e a um reservatório (1), em que a bomba centrífuga (2) e o reservatório (1) são associados por meio de um tubo para entrada de fluido (8) conforme mostra a Figura 1. Em que os elementos de adaptação atuam na sucção e recalque de líquidos para permitir a operação de processos contínuos.

[0030] O sistema compreende, principalmente, um dispositivo de pressurização controlada de água com ar ou outros gases, um dispositivo de constrição de fluxo e um dispositivo de acumulação de água com nanobolhas.

[0031] O sistema é compacto; possui elevada capacidade e eficiência; baixo custo de investimento e operação e facilidades de manutenção e operação.

[0032] As funções de cada dispositivo do sistema, sendo alguns deles opcionais, e a forma como estão associados visando à geração das nanobolhas, são descritas a seguir:

[0033] Bomba centrífuga (2): é utilizada apenas no sistema operado em regime contínuo para sucção e recalque de líquido (água bruta ou efluente) para o dispositivo de pressurização controlada. É operada com pressão de recalque entre 2,5 – 3 bar. O líquido é bombeado através de uma tubulação que resista a pressão de 2,5 bar.

[0034] Dispositivo de pressurização controlada (3): nele ocorre a dissolução e saturação de gás no líquido. Ele consiste de um vaso de pressão construído em qualquer tipo de material resistente a uma pressão de 2,5 bar e compatível com o líquido e o com gás utilizados no processo. É dotado de um medidor de pressão (5), entrada de gás comprimido pela base via válvula

agulha e saída de gás por uma válvula pneumática (6), de alívio (“respirador”), no topo do vaso. O líquido é injetado no topo do vaso saturador por um distribuidor de fluxo (tubo perfurado). O vaso é preenchido com anéis de raschig, pois aumentam a área de contato gás/líquido.

[0035] Dispositivo de constrição de fluxo (7): corresponde a uma válvula agulha, tanto para o processo em batelada quanto para o processo contínuo, ou tubo de venturi, somente para regime contínuo, acoplado ao dispositivo de pressurização controlada (3). Após a passagem de líquido saturado com gás por esse constritor de fluxo ocorre uma queda de pressão, ocorrendo o fenômeno da cavitação e geração de micro e nanobolhas por precipitação e nucleação.

[0036] Dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4): esse sistema é opcional, a ser utilizado em aplicações onde o foco é o uso exclusivo de água com nanobolhas, livre de microbolhas. Consiste de um tanque colunar conectado ao constritor de fluxo (válvula de agulha ou venturi ou placa de orifício) por mangueira ou tubulação rígida. Nele, as microbolhas ascendem e colapsam na superfície do líquido abandonando o sistema, permanecendo, no líquido, somente as nanobolhas. Nas aplicações onde é desejável a presença conjunta de micro e nanobolhas esse tanque não é utilizado. Neste caso, após o constritor de fluxo, o líquido com micro e nanobolhas é direcionado diretamente para ser utilizado.

[0037] Em um segundo objeto, a presente invenção apresenta um método de geração de nanobolhas compreendendo as seguintes etapas:

- a. injeção de líquido (9) e injeção de gás (10) no dispositivo de pressurização controlada (3);
- b. dissolução e saturação do gás no líquido;
- c. saída da mistura líquido-gás e passagem pelo dispositivo de constrição de fluxo (7), gerando bolhas;
- d. saída do líquido com nanobolhas (14).

[0038] Em uma concretização, o método pode ser usado em processo contínuo, como mostra a Figura 1, para geração de nanobolhas, dependendo da aplicação necessária.

[0039] Em uma concretização, o método pode ser usado em processo em batelada para geração de nanobolhas, como pode ser observado na Figura 2, dependendo da aplicação necessária. O processo em batelada consiste em um processo recarregável, ao fim de cada processo é inserida uma nova carga ao sistema.

[0040] Em uma concretização, a etapa de separação das microbolhas e das nanobolhas no dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4) não precisa ser realizada, dependendo da aplicação.

[0041] Em uma concretização, o método pode ser iniciado com uma etapa de sucção e recalque de líquido usando a bomba centrífuga (2) e o reservatório (1), seguido da etapa inicial do método descrito.

[0042] O método abrange a injeção de água enriquecida em nanobolhas através de uma bomba centrífuga que também pode succionar reagentes químicos necessários ao processo específico (opcional). Esta água enriquecida com nanobolhas pode ser injetada em equipamentos de flotação por ar dissolvido, ou de flotação de minérios ou utilizada em lavouras ou sistemas de produção de animais aquáticos, limpeza de peças, e de produção de hortaliças hidropônicas ou irrigadas, aquários, entre outros.

[0043] O método pode ser operado em processo contínuo ou em batelada, dependendo da aplicação pretendida.

[0044] Em uma concretização, uma etapa de separação de microbolhas das nanobolhas no dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4) não precisa ser realizada, dependendo da aplicação. Essa etapa consiste na ascendência das microbolhas e no colapso das mesmas na superfície do líquido resultando na exclusão das microbolhas do sistema, permanecendo, no líquido, somente as nanobolhas. Desta forma, é possível realizar a aeração aprimorada em sistemas líquidos e a separação por flotação de poluentes e partículas finas e ultrafinas, em grande escala e alta cinética de processo. Com

essas nanobolhas, é possível maximizar o tratamento de águas brutas, efluentes líquidos (águas residuárias); a oxidação de águas poluídas; o tratamento de partículas finas e ultrafinas de minérios e a germinação e crescimento de plantas, sementes e animais aquáticos.

[0045] A presente invenção ainda resolve problemas de baixa eficiência e cinética de processos de tratamento de águas brutas, efluentes líquidos, causados pelo despejo de precipitados coloidais, águas oleosas e partículas poluentes. Ainda, é possível recuperar melhor (maior agregação) as frações finas e ultrafinas, reduzindo as perdas no tratamento de minérios por flotação e reduz o custo final destas operações. Na agricultura, permite reduzir o consumo de água e acelerar e aumentar o crescimento de plantas. Promove o crescimento acelerado de animais aquáticos de cativeiro (moluscos, crustáceos e peixes).

[0046] Pode haver a necessidade de uma adaptação quando da sua utilização em escala industrial. Em alguns casos o método precisará de produtos químicos floculantes e sua eficiência dependerá das características da água, dos reagentes e do minério ou efluente a ser tratado.

[0047] Com o presente sistema e método, já foram feitos os seguintes projetos testes:

- Tratamento de águas contendo éter aminas residuais na mineração de óxidos de ferro e potássio;
- Tratamento de águas brutas, reciclo e reuso de água na lavagem de veículos e peças metálicas de pequeno e grande porte (empresas de ônibus, transportadoras, revendas, aviões);
- Flotação de partículas finas de quartzo;
- Atividades hidropônicas avançadas, na produção de animais aquáticos e na irrigação de lavouras de culturas diversas.

[0048] Logo, a injeção das nanobolhas deve aperfeiçoar as unidades de tratamento de águas por flotação por ar dissolvido, disseminadas pelo Brasil.

[0049] Como vantagem, o sistema proporciona um grau de oxigenação (ou oxidação via adição de diferentes gases) que permite o tratamento, reuso e

redução do consumo de água em sistemas diversos, uma diminuição do impacto ambiental, aumento de produção (mineração, agrícola e de animais aquáticos). Ainda, permite uma redução dos custos finais do sistema de lavagem, de peças metálicas e de irrigação de lavouras.

[0050] O método e o sistema permitem a adaptação de unidades de flotação por ar dissolvido já operando. Existem também estudos de escalonamento para construção de um equipamento que atenda as necessidades de empresas do setor industrial (produção de água potável, mineração, ambiental e agricultura).

[0051] Portanto, o potencial de comercialização é alto, uma vez que não existem, ao parecer, unidades de geração de nanobolhas, em alta concentração, nem sistemas de tratamento visando à recirculação da água empregada, e que se interessariam na utilização deste equipamento.

[0052] Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar uma das inúmeras maneiras de se realizar a invenção, contudo sem limitar, o escopo da mesma.

Exemplo 1. Aplicação do processo e do método na irrigação para cultivo de arroz em processo em batelada.

[0053] Primeiramente ocorre a entrada de ar comprimido por mangueiras e válvula agulha na parte inferior do vaso saturador. Ao mesmo tempo, na parte superior do vaso saturador, é feita a alimentação do líquido para irrigação.

[0054] A mistura sai por outra válvula agulha (dispositivo de constrição de fluxo). O líquido com as recém geradas micro e nanobolhas passam por uma mangueira e entram no tanque colunar. Tal tanque acumula a água com nanobolhas, separando as microbolhas. A seguir, o líquido com nanobolhas sai por uma mangueira posicionada para a irrigação do cultivo de arroz.

[0055] Tal aplicação permite reduzir o consumo de água para o cultivo de outras plantas e agricultura em geral, acelerando e aumentando o crescimento das plantações.

Exemplo 2. Aplicação do processo e do método para reuso de águas.

[0056] Testes realizados com águas oleosas e de lavagem de ônibus apresentaram remoções superiores a 90 % da turbidez, removendo sólidos suspensos, óleos e graxas possibilitando assim o reuso da água tratada.

[0057] Outros testes realizados possibilitaram tratar efluentes de mineração contendo aminas a partir do sistema proposto.

Exemplo 3. Obtenção das bolhas em escala de nano.

[0058] Trata-se de uma etapa diferenciada de processo. Para obter uma concentração de nanobolhas da ordem de 10^9 nanobolhas/mL é necessária, na operação de pressurização controlada, que seja aplicada uma pressão de saturação de gás em água de 2,5 bar e que o líquido utilizado no processo possua tensão superficial reduzida (< 60 mN/m).

[0059] Esta característica foi verificada utilizando diferentes tipos de reagentes tensoativos (surfactantes, sabões, espumantes) com água e demonstraram que a concentração de 10^9 nanobolhas/mL é obtida em soluções de água com reagentes tensoativos com tensão superficial abaixo de 60 mN/m.

[0060] Para efeitos de comparação, sem tensoativos, somente com água pura (tensão superficial de aproximadamente 72,5 mN/m) e pressão de saturação de 2,5 bar é obtida uma concentração de nanobolhas da ordem de 10^8 nanobolhas/mL.

[0061] Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes, abrangidas no escopo das reivindicações anexas.

Reivindicações

1. SISTEMA DE GERAÇÃO DE NANOBOLHAS **caracterizado por** compreender:

- a. um dispositivo de pressurização controlada (3);
- b. um dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4);
- c. ao menos um medidor de pressão (5);
- d. ao menos uma válvula pneumática (6);
- e. ao menos um dispositivo de constrição de fluxo (7);

em que,

- o dispositivo de pressurização controlada (3), o dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4) e o dispositivo de constrição de fluxo (7) estão associados por meio de um tubo para saída da mistura (11);
- o medidor de pressão (5) e a válvula pneumática (6) estão associados ao dispositivo de pressurização controlada (3);
- o tubo para injeção do líquido (9) está associado a uma primeira válvula de controle (12);
- o dispositivo de pressurização controlada (3) é conectado a um tubo para injeção de gás (10) associado a uma segunda válvula de controle (13)
- o dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4) é conectado com um tubo para saída do líquido com nanobolhas (14) associado a uma terceira válvula de controle (15)

2. SISTEMA de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de uma bomba centrífuga (2) ser associada ao tubo de injeção de líquido (9) e a um reservatório (1) de líquidos no processo de geração contínua, para sucção e recalque de líquido para o dispositivo de pressurização controlada;

em que,

- a bomba centrífuga (2) está conectada ao reservatório (1) de líquidos por meio de tubo para entrada de fluido (8)

3. SISTEMA de acordo com as reivindicações 1 e 2, **caracterizado pelo** fato da bomba centrífuga (2) ser operada com pressão de recalque entre 2,5 e 3 bar
4. SISTEMA de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato do dispositivo de pressurização controlada (3) ser um vaso saturador de leite recheado com anéis de rasching
5. SISTEMA de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato do dispositivo de constrição de fluxo (7) ser uma válvula agulha ou um tubo de venturi, ou placa de orifício
6. MÉTODO DE GERAÇÃO DE NANOBOLHAS **caracterizado por** compreender ao menos as seguintes etapas:
 - a. injeção de líquido (9) e injeção de gás (10) em dispositivo de pressurização controlada (3);
 - b. dissolução e saturação do gás no líquido, injetados na etapa a);
 - c. saída da mistura líquido-gás e passagem por um dispositivo de constrição de fluxo (7) para geração de bolhas;
 - d. saída do líquido com nanobolhas (14)
7. MÉTODO de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo** fato da etapa de mistura do líquido e do gás ser feita com controle de pressão, sendo a pressão de saturação do gás em água de 2,5 bar
8. MÉTODO de acordo com as reivindicações 6 e 7, **caracterizado pelo** fato da etapa de mistura do líquido e do gás ser feita com líquido que possua tensão superficial reduzida, inferior a 60 mN/m
9. MÉTODO de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 8, **caracterizado pelo** fato de ser operado em processos contínuos e/ou em batelada para geração de nanobolhas
10. MÉTODO de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo** fato de adicionalmente compreender uma etapa de separação das microbolhas e das nanobolhas no dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4), posterior à etapa c)

FIGURAS

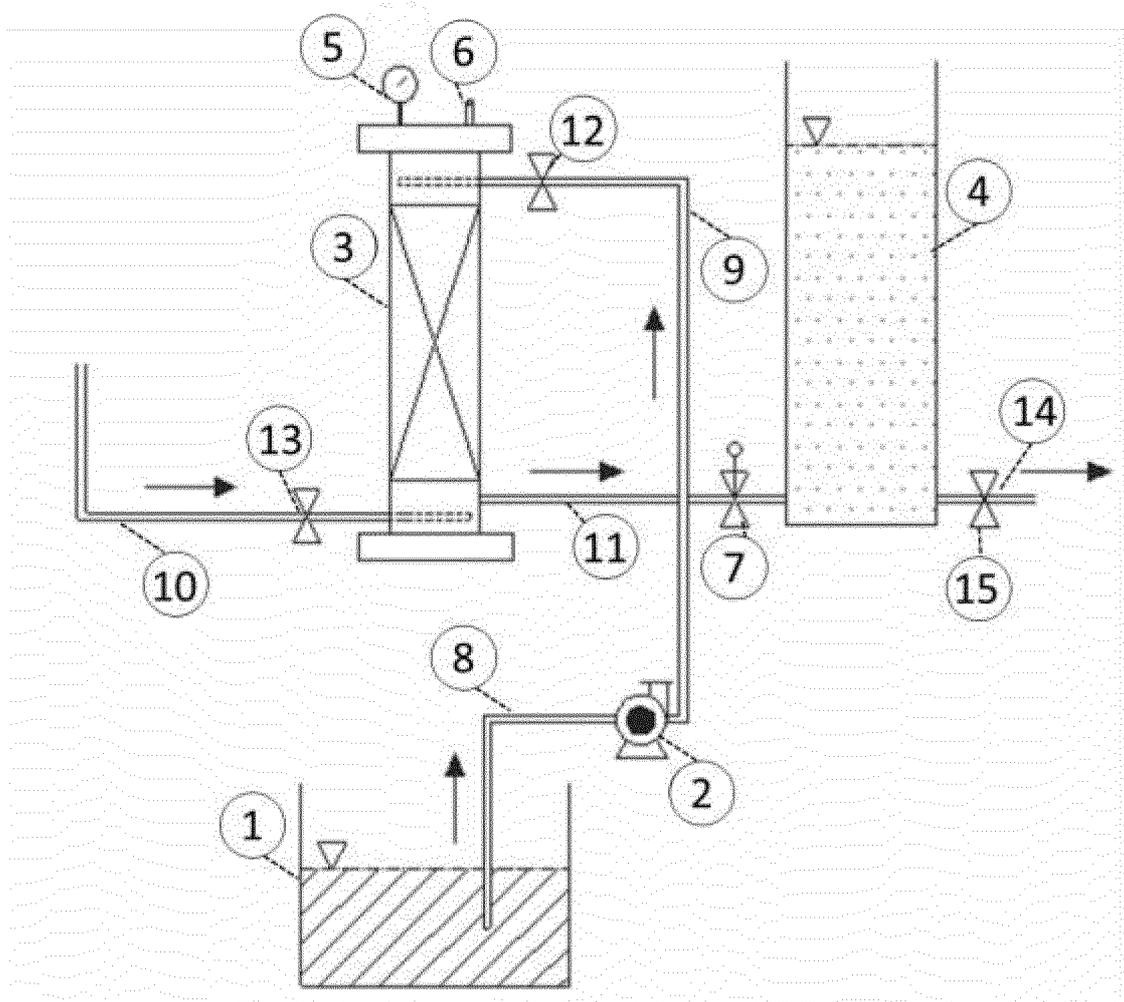


Figura 1

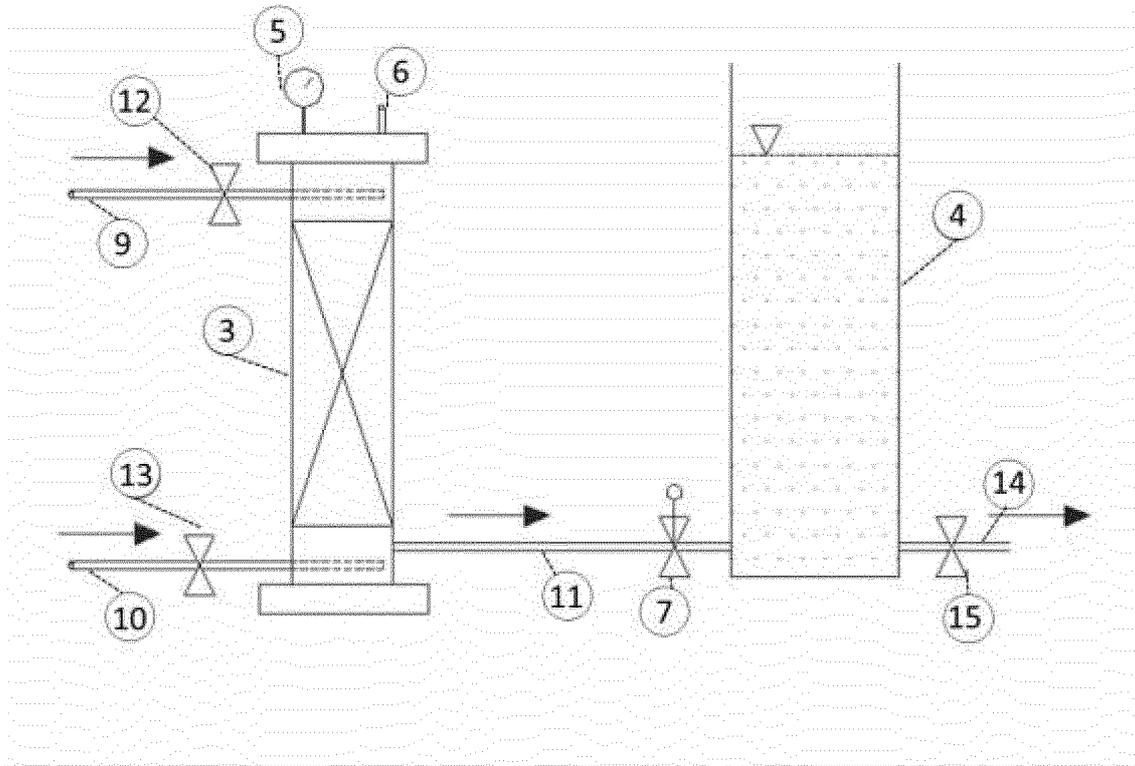


Figura 2

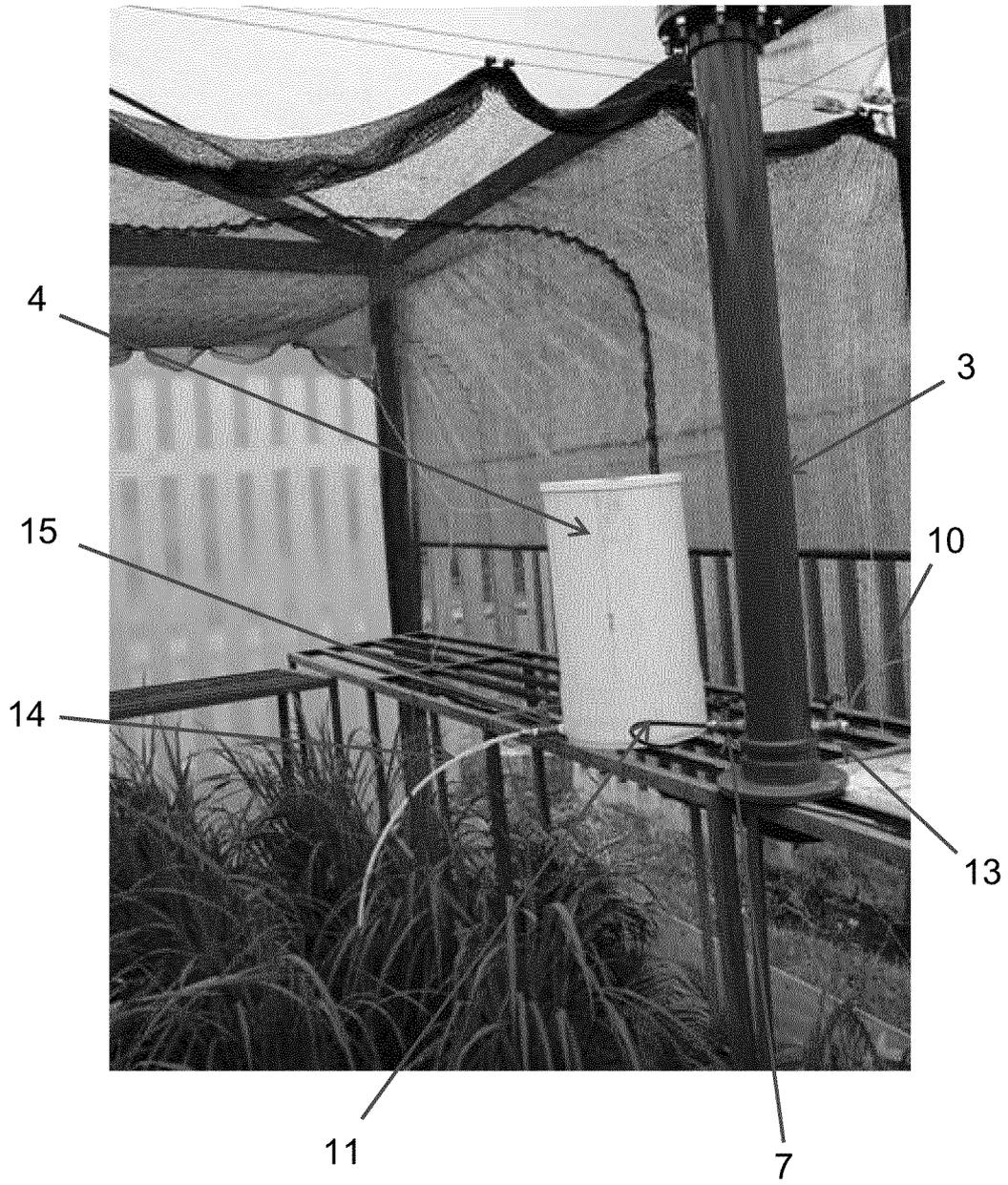


Figura 3

Resumo

SISTEMA E MÉTODO DE GERAÇÃO DE NANOBOLHAS

A presente invenção descreve um sistema e um método de geração de nanobolhas para aplicações industriais, possibilitando a maximização do tratamento de águas brutas e efluentes líquidos, a maior oxidação de águas poluídas, o tratamento de partículas finas e ultrafinas de minérios e a germinação de sementes e crescimento de plantas, e animais aquáticos. Especificamente, a presente invenção compreende um sistema composto por reservatório (1) de líquidos; bomba centrífuga (2); dispositivo de pressurização controlada (3); dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4); medidor de pressão (5); válvula pneumática (6); e dispositivo de constrição de fluxo (7); e um método de aplicação e geração das nanobolhas composto pelas etapas de injeção de líquido e injeção de gás no dispositivo de pressurização controlada (3); mistura do líquido e do gás, saída da mistura líquido-gás e passagem pelo dispositivo de constrição de fluxo (7) gerando bolhas; separação das microbolhas e das nanobolhas no dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4); e saída do líquido com nanobolhas do dispositivo de acumulação de água com nanobolhas (4). A presente invenção se situa nos campos da nanotecnologia aplicada na engenharia ambiental e sanitária, microbiologia, indústria química e de alimentos e agronomia.