



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

(11) PI 0919127-5 B1



(22) Data do Depósito: 23/09/2009

(45) Data de Concessão: 10/12/2019

(54) Título: MÉTODO DE FILTRAR CONTAMINANTES DE UM LÍQUIDO

(51) Int.Cl.: B01D 24/00.

(30) Prioridade Unionista: 05/05/2009 US 61/175,579; 24/09/2008 US 61/099,600; 24/09/2008 US 61/099,604; 24/09/2008 US 61/099,597.

(73) Titular(es): SIEMENS INDUSTRY, INC..

(72) Inventor(es): CHAD L. FELCH; MICHAEL HOWDESHELL; STUART J. MUNSON; ERIC A. LORGE; BRYAN J. KUMFER; MATTHEW PATTERSON.

(86) Pedido PCT: PCT US2009057999 de 23/09/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/036690 de 01/04/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 24/03/2011

(57) Resumo: MÉTODO DE FILTRAR CONTAMINANTES DE UM LÍQUIDO A presente invenção refere-se de maneira geral a um sistema e método para tratar água residual em um aparelho de meio filtrante (100) tendo um sistema de tubo de extração. O meio filtrante (16) pode ser um meio de casca de noz.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO DE FILTRAR CONTAMINANTES DE UM LÍQUIDO**".

PEDIDOS RELACIONADOS

[001] Este pedido reivindica a prioridade de acordo com o Artigo 35 U.S.C inciso 119(e) para o Pedido Provisório U.S. Nº 61/099.604, intitulado "RETROLAVAGEM PULSADA PARA FILTRO DE CASCA DE NOZ", depositado em 28/09/2008; e Pedido Provisório U.S. Nº 61/099.608, intitulado "FILTRO DE AR DE CASCA DE NOZ PULSADO", depositado em 24/09/2008; e Pedido Provisório U.S. Nº 61/099.097, intitulado "PROCESSO DE FILTRO DE CASCA DE NOZ", depositado em 24/09/2008; e Pedido Provisório U.S. Nº 61/165.579, intitulado "PROJETO E PROCEDIMENTO DE TUBO PARA FILTRO DE CASCA DE NOZ", depositado em 05/05/2009, cada um dos quais estão incorporados por referência nas suas totalidades para todos os efeitos.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

CAMPO DA INVENÇÃO

[002] A presente invenção refere-se a um sistema e método para tratar águas residuais, e mais particularmente, para um sistema e método de tratamento de águas residuais utilizando um meio filtrante de casca de noz.

DISCUSSÃO DA TÉCNICA ANTERIOR

[003] O meio filtrante de casca de noz é conhecido por sua afinidade tanto com água quanto com óleo, tornando-o um meio filtrante desejável e é tipicamente utilizado para a remoção de óleo da água e da água residual. Os filtros de casca de noz convencionais incluem aplicações de leito de profundidade pressurizado na qual a água é forçada através de uma profundidade de leito. Retrolavagens periódicas são também conduzidas rotineiramente para gerar o leito. Os métodos de retrolavagem típicos incluem expandir ou girar a leito transmitindo energia para o leito.

[004] Sistemas de retrolavagem convencionais incluem mistura mecânica e esfregação mecânica com impulsores e linhas de reciclagem, bem como a introdução de gás em alta velocidade ou de água em alta velocidade em uma direção contrária à corrente. Sistemas mecânicos utilizados em leitos de retrolavagem aumentam os custos iniciais do sistema e podem levar ao aumento de custos de manutenção para os selos mecânicos de serviço. A recirculação do leito também aumenta os custos iniciais e de manutenção da unidade de filtro e aumenta a pegada da unidade do filtro com bombas adicionais para a recirculação. Os métodos de retrolavagem mecânica também utilizam o fluido de retrolavagem para remover qualquer óleo e sólidos em suspensão liberados a partir do leito, que leva à geração de quantidades significativas de fluido de retrolavagem. Similarmente, o uso de líquido de retrolavagem em alta velocidade gera um grande volume de fluido de retrolavagem. Os sistemas de retrolavagem convencionais são também conhecidos para criar pontos mortos nos quais o meio filtrante não é girado suficientemente e/ou o qual o fluido de retrolavagem não alcança, deixando óleo e sólidos em suspensão no leito de maneira eficiente.

[005] Uma necessidade permanece para um meio filtrante de casca de noz compacto tendo uma pegada suficientemente pequena a ser utilizada em aplicações offshore. Ademais, existe a necessidade de reduzir a quantidade de água de retrolavagem gerada durante a retrolavagem da unidade do filtro de casca de noz e para reduzir o número de pontos mortos que não entram em contato com o fluido de retrolavagem.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[006] De acordo com uma ou mais modalidades, a invenção refere-se a um sistema e método para tratamento de água.

[007] Uma modalidade se dirige a um método para filtrar conta-

minantes, que inclui proporcionar um líquido contendo um óleo e sólidos em suspensão, passar o líquido através de um recipiente de filtro em que o recipiente de filtro compreende um meio de casca de noz, um sistema de tubo de extração, uma zona periférica entre uma parede lateral do sistema de tubo de extração e uma parede lateral do recipiente. O método também inclui interromper o fluxo do líquido através do recipiente passando um primeiro fluido através do meio filtrante e do sistema de tubo de extração em uma direção contrária a um fluxo do líquido, e passar um segundo fluido através do meio filtrante e da zona periférica. O método inclui ainda interromper o fluxo do segundo fluido enquanto se continua a passar o primeiro fluido através do meio filtrante e do sistema de tubo de extração, restabelecer o fluxo do segundo fluido, remover pelo menos uma parte do óleo e dos sólidos em suspensão do recipiente do filtro, interromper o fluxo do primeiro fluido e do segundo fluido, e restabelecer o fluxo do líquido através do recipiente de filtro.

[008] Outra modalidade é dirigida a um método de lavar por refluxo um meio filtrante compreendendo passar um líquido de alimentação compreendendo um contaminante por um recipiente de filtro compreendendo material de filtro de casca de noz, um tubo de extração, uma zona periférica entre uma parede lateral do tubo de extração e uma parede lateral do recipiente para imobilizar o contaminante do meio. O método também inclui interromper o fluxo do líquido pelo recipiente, passar um segundo líquido para o recipiente de filtro e para dentro do meio filtrante de casca de noz por um primeiro período de tempo em uma direção contrária ao fluxo do líquido através do recipiente, e passar um gás através do meio filtrante de casca de noz no tubo de extração por um segundo período de tempo para separar pelo menos uma parte do contaminante do meio filtrante. O método inclui ainda interromper o fluxo do gás, remover o contaminante mínimo do recipiente

de filtro, interromper o fluxo do segundo líquido, e restabelecer o fluxo do líquido alimentado pelo recipiente de filtro.

[009] Outra modalidade é dirigida a um método para filtrar contaminantes de um líquido de alimentação que contém óleo e sólidos em suspensão que compreende passar o líquido alimentado através de um meio filtrante de casca de noz posicionado em um recipiente de filtro, e passar intermitentemente um fluido de lavagem por refluxo para o meio filtrante de casca de noz enquanto se passa o líquido através do meio filtrante de casca de noz.

[0010] Ainda outra modalidade inclui um método de preparar um leite que compreende passar um líquido alimentado sobre um leito de meio filtrante posicionado em um recipiente de filtro compreendendo o meio, um sistema de tubo posicionado no meio filtrante, uma zona periférica entre uma parede lateral do recipiente, e interromper o fluxo de líquido alimentado. O método também inclui passar um gás através do sistema de tubo de extração em uma direção contrária à da passagem do líquido alimentado sobre o meio filtrante, interromper o fluxo do gás, permitir que o meio filtrante repouse por um número predeterminado de ciclos para ajustar o leito.

[0011] Outras vantagens, novos aspectos e objetivos da invenção se tornarão claros a partir da descrição detalhada da invenção a seguir quando considerada em conjunto com os desenhos anexos, que são esquemáticos e não se pretende que sejam desenhados em escala. Nas figuras, cada componente idêntico ou substancialmente semelhante é representado por um só numeral ou notação. Com finalidade de clareza, nem todo componente é nomeado em toda figura, nem todo componente de cada modalidade da invenção é mostrado onde não for necessário ilustrar para permitir aos especialistas em nível médio que entendam a invenção.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0012] Os desenhos que acompanham não são pretendidos estarem desenhados em escala. Nos desenhos, cada componente idêntico ou próximo de idêntico que é ilustrado nas diversas figuras está representado por um numeral similar. Para fins de clareza, nem todos os componentes podem ser rotulados em cada desenho. Nos desenhos:

[0013] figura 1 é um desenho esquemático de um aparelho de filtro de acordo com um ou mais aspectos da invenção;

[0014] figura 2a é um desenho esquemático mostrando um aspecto da operação de um aparelho de filtro;

[0015] figura 2b é um desenho esquemático mostrando um aspecto da operação do aparelho de filtro da 2a;

[0016] figura 2c é um desenho esquemático mostrando um aspecto da operação do aparelho de filtro da 2b;

[0017] figura 3 é uma vista plana esquemática de seção transversal de um recipiente do filtro de acordo com uma ou mais modalidades da invenção;

[0018] figura 4 é um desenho esquemático mostrando um aparelho de filtro de acordo com um ou mais aspectos da invenção;

[0019] figura 5 é uma vista lateral esquemática elevada de uma parte da base do tubo de sucção de acordo com um ou mais aspectos da invenção;

[0020] figura 6 é um diagrama de bloco mostrando um sistema de filtro de acordo com um ou mais aspectos da invenção;

[0021] figura 7 é um gráfico mostrando a concentração total de óleo de saída versus o tempo de acordo com um ou mais aspectos da invenção; e

[0022] figura 8 é um fluxograma de uma modalidade da invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0023] A invenção é direcionada a sistemas de tratamento de água residual utilizando um leito de meio filtrante. "Água residual", conforme

utilizado aqui, define qualquer água residual a ser tratada, tais como água de superfície, água subterrânea, um fluxo de água residual de fontes industriais e municipais, tendo contaminantes tais como óleo e/ou sólidos em suspensão, e inclui água produzida a partir de sistemas de tratamento primário ou secundário.

[0024] Uma modalidade da presente invenção inclui um aparelho de filtro compreendendo um recipiente contendo um meio filtrante. O recipiente pode ser aberto para a atmosfera ou fechado para operar sob pressão. O recipiente pode ser dimensionado e modelado de acordo com uma aplicação desejada e com o volume de água residual a ser tratado para prover uma produtividade desejada e/ou um período desejado de operação antes que uma retrolavagem seja iniciada. O recipiente pode ter qualquer profundidade de leito desejada baseado no volume de água residual desejado a ser tratado e o meio filtrante selecionado para a aplicação particular. Assim sendo, o recipiente pode ter qualquer profundidade de leito de meio filtrante, tal como um leito raso de cerca de 25,4 cm (10 polegadas) até um leito profunda de cerca de 167,64 cm (66 polegadas) ou maior. O recipiente do filtro pode ser construído de qualquer material adequado para um propósito particular. Por exemplo, um recipiente de filtro aberto pode ser um tanque aberto formado de cimento. Em uma modalidade, um recipiente de filtro fechado pode ser formado de aço de carbono revestido, aço inoxidável, ou polímero reforçado de fibra de vidro.

[0025] Qualquer meio filtrante adequado para remoção do contaminante ou dos contaminantes-alvo pode ser utilizado desde que seja adequado para utilização em um leito de filtro. Um meio filtrante útil na remoção de óleo e de sólidos em suspensão de águas residuais é meio filtrante de casca de noz, tais como o meio feito de cascas de nozes inglesas e de cascas de nozes pretas.

[0026] Uma modalidade do aparelho de filtro inclui um recipiente

tendo uma ou mais paredes laterais dependendo da forma desejada do recipiente. Por exemplo, um recipiente cilíndrico pode ter uma parede lateral enquanto um recipiente quadrado ou retangular pode ter quatro paredes laterais. Em uma modalidade, o recipiente tem uma forma cilíndrica tendo uma parede lateral contínua posicionada entre as primeira e segunda paredes. Em uma modalidade, o recipiente é fechado em que uma ou mais paredes laterais estendem entre uma primeira parede e uma segunda parede.

[0027] O meio filtrante pode ser posicionado no recipiente a uma profundidade pré-selecionada e pode encher o volume inteiro do recipiente ou estar contido em uma parte particular do recipiente. Por exemplo, uma parte do volume do recipiente adjacente à primeira parede e/ou à segunda parede pode estar livre do meio filtrante. O meio filtrante pode estar contido dentro do recipiente por um ou mais divisores, tais como placas de telas ou placas perfuradas, que retêm o meio filtrante em uma localização desejada dentro do recipiente enquanto permite que a água residual escoe através de todo o meio no recipiente.

[0028] Em algumas modalidades, o aparelho de filtro inclui um sistema de tubo de sucção. O sistema do tubo de sucção pode ser construído e organizado para retrolavar intermitentemente o meio filtrante provendo um volume desejado e/ou velocidade de fluido de retrolavagem para girar o leito. Conforme utilizado aqui, "girar o leito" é definido como o movimento do meio filtrante durante a retrolavagem no qual o meio filtrante no ou próximo da segunda parede do recipiente é movido parcial ou completamente através do sistema do tubo de sucção em direção à primeira parede do recipiente e de volta na direção da segunda parede do recipiente. O sistema do tubo de sucção pode ser dimensionado e modelado para uma aplicação desejada e volume do meio filtrante a ser retrolavado e/ou para operar dentro de um período

de tempo pré-selecionado para a operação de retrolavagem. O sistema do tubo de sucção pode compreender um ou mais tubos de sucção posicionados no meio. Conforme utilizado aqui, um "tubo de sucção" é uma estrutura tendo uma ou mais paredes laterais abertas nas duas extremidades, as quais quando posicionadas no meio filtrante, proveem uma passagem para o fluxo do meio filtrante durante a retrolavagem. Em uma modalidade, o recipiente pode ter um volume de meio filtrante de cerca de 4 a cerca de 6 vezes o volume de um tubo de sucção ou a soma dos volumes dos tubos de sucção no sistema de tubo de sucção.

[0029] O tubo de sucção pode ser construído de qualquer material adequando para um propósito particular desde que seja resistente contra abrasão e contra óleo. Por exemplo, o tubo de sucção pode ser formado do mesmo material como o recipiente ou pode ser formado de outros materiais mais leves e menos caros, tais como plásticos, incluindo plásticos reforçados de fibra de vidro. O tubo de sucção pode ser pré-formado para inserção no recipiente ou fabricado como parte do recipiente. Como tal, o tubo de sucção pode ser projetado para unidades de meio filtrante atuais de retrolavagem. O sistema de tubo de sucção pode ser sustentado na segunda parede do recipiente. Alternativamente, o sistema de tubo de sucção pode ser sustentado em um divisor ou placa de retenção de meio, tais como uma placa de tela ou perfurada, projetada para reter o meio dentro de uma região do recipiente enquanto permite o fluxo de líquido e de contaminantes dentro e fora do meio.

[0030] Um tubo de sucção individual pode ser dimensionado e modelado de acordo com uma aplicação desejada e com o volume do meio filtrante a ser retrolavado e/ou para operar dentro de um período de tempo pré-selecionado para a operação de retrolavagem. O tubo de sucção pode também ser dimensionado e modelado para prover um

nível de agitação desejado dentro do tubo de sucção para esfregar parcial ou completamente o meio filtrante desta forma liberando pelo menos uma parte do óleo e sólidos em suspensão a partir do meio filtrante. O volume do sistema de tubo de sucção desejado pode ser provido por um único tubo de sucção ou por tubos de sucção múltiplos tendo um volume total substancialmente igual ao volume desejado. Um tubo de sucção individual pode ter uma área de seção transversal de qualquer forma, tais como a forma circular, elíptica, quadrada, retangular, ou qualquer forma irregular. O tubo de sucção individual pode ter qualquer forma geral, tais como cônica, retangular e cilíndrica. Em uma modalidade, o tubo de sucção é um cilindro. O tubo de sucção pode ser posicionado no meio filtrante a fim de ser envelopado completamente pelo meio filtrante bem como para ser enchido completamente com o meio filtrante. Uma ou mais extremidades do tubo de sucção pode ser construído e organizado para auxiliar o fluxo do meio filtrante dentro e/ou fora do tubo de sucção. Por exemplo, a parede lateral em uma primeira extremidade pode incluir uma ou mais cortes formando passagens para permitir que alguns meios filtrantes no ou próximo da primeira extremidade do tubo de sucção entre através da parede lateral do tubo de sucção. Os cortes formando as passagens podem ter qualquer forma para permitir que um volume suficiente do meio filtrante entre no tubo de sucção. Por exemplo, os cortes podem ser triangulares, quadrados semicirculares ou ter uma forma irregular. Passagens múltiplas podem ser idênticas uma das outras e estarem posicionadas uniformemente ao redor da primeira extremidade do tubo de sucção para distribuir igualmente o fluxo do meio filtrante no tubo de sucção.

[0031] O tubo de sucção ou tubos de sucção podem ser posicionados em qualquer localização adequada dentro do meio filtrante. Por exemplo, um único tubo de sucção pode, mas não precisa, estar posi-

cionado centralmente em relação às paredes laterais do recipiente. Similarmente, os tubos de sucção múltiplos em um único recipiente podem estar posicionados aleatoriamente ou posicionados em um padrão uniforme em relação às paredes laterais do recipiente. Em uma modalidade, um único tubo de sucção está posicionado no meio filtrante em relação ao recipiente a fim de que um eixo geométrico que se estende de cada extremidade do tubo de sucção seja coaxial com um eixo geométrico paralelo à parede lateral do recipiente. Os tubos de sucção múltiplos em um único recipiente podem, mas não precisam, ser idênticos em volume ou na área de seção transversal. Por exemplo, um único recipiente pode compreender tubos de sucção cilíndricos, cônicos e retangulares de altura e de área de seção transversal variáveis. Em uma modalidade, um recipiente pode ter um primeiro tubo de sucção posicionado centralmente tendo uma primeira área de seção transversal e uma pluralidade de segundos tubos de sucção posicionados adjacentes à parede lateral do recipiente na qual cada um dos segundos tubos de sucção tem uma segunda área de seção transversal menor do que a primeira área de seção transversal. Em outra modalidade, um recipiente tem uma pluralidade de tubos de sucção idênticos.

[0032] Em outra modalidade, o tubo de sucção pode incluir um defletor para prevenir ou reduzir o refluxo dentro do tubo de sucção. O defletor pode ter qualquer tamanho e forma adequada para um tubo de sucção particular. Por exemplo, o defletor pode ser uma placa posicionada adequadamente em uma superfície interna do tubo de sucção ou um cilindro posicionado no tubo de sucção. Em uma modalidade, o defletor pode ser um cilindro sólido ou oco posicionado centralmente dentro do tubo de sucção.

[0033] O recipiente do meio filtrante inclui também uma entrada de alimentação de água residual posicionada acima do meio filtrante e

uma saída filtrada posicionada abaixo do meio filtrante. O recipiente inclui também uma primeira entrada para um primeiro fluido construído e organizado para distribuir o primeiro fluido para uma primeira extremidade do tubo de sucção para induzir durante o refluxo um fluxo do meio filtrante dentro do tubo de sucção a partir da primeira extremidade do tubo de sucção para a segunda extremidade do tubo de sucção enquanto induzindo o fluxo do meio filtrante através de uma parede lateral externa do tubo de sucção a partir da segunda extremidade do tubo de sucção para a primeira extremidade do tubo de sucção.

[0034] A operação do sistema do tubo de sucção durante a retrolavagem estabelece fluxos de correntes contrárias dentro do recipiente e faz com que o meio filtrante se mova como mostrado exemplificativamente no aparelho de meio filtrante 100 na figura 1. O meio filtrante 16 se move da primeira extremidade 12 do recipiente 20 através do exterior do tubo de sucção 18 para a segunda extremidade 14 do recipiente 20 onde ele pode então entrar na primeira extremidade 22 do tubo de sucção 18 adjacente à segunda extremidade 14 do recipiente 20 conforme mostrado pelas linhas de fluxo pontilhadas (não marcadas). O meio filtrante 16 (mostrado somente em parte) se move então dentro do tubo de sucção 18 na região interna 50 a partir da primeira extremidade 22 do tubo de sucção para a segunda extremidade 24 do tubo de sucção onde ele sai do tubo e entra numa zona periférica 26 do recipiente 20 conforme mostrado pelas linhas de fluxo pontilhadas (não marcadas). Conforme utilizado aqui, uma "zona periférica" é um volume interno do recipiente não ocupado pelo sistema de tubo de sucção. Enquanto escoando no tubo de sucção 18, o meio filtrante 16 pode misturar desta forma liberando uma parte do óleo e dos sólidos em suspensão previamente imobilizados no meio filtrante. Durante a retrolavagem, no momento que estiver saindo do tubo de sucção e entrando na zona periférica, o meio filtrante é uma zona turbulenta acima

do tubo de sucção no qual o meio filtrante continua a misturar a liberação adicional de contaminantes, tais como óleo e sólidos em suspensão. O meio filtrante 16 está representado nas figuras como partículas esféricas uniformes, no entanto, é entendido que o meio filtrante pode ser compreendido por qualquer tamanho e forma de partícula, incluindo partículas com formas irregulares.

[0035] O primeiro fluido pode ser qualquer fluido para induzir o movimento do meio filtrante através do tubo de sucção. Por exemplo, o primeiro fluido pode ser um gás, tal como ar ou um gás produzido; um líquido, tal como o filtrado ou água residual a ser filtrada; e combinações dos mesmos. Em uma modalidade, o primeiro fluido é um gás. Apesar da primeira entrada de fluido estar mostrada abaixo do meio filtrante, em outras modalidades, a primeira entrada de fluido pode ser posicionada dentro do tubo de sucção 18. A primeira entrada de fluido pode compreender uma ou mais entradas posicionadas dentro do recipiente para distribuir o primeiro fluido para o sistema do tubo de sucção para transmitir o fluxo do meio filtrante através do sistema do tubo de sucção. A primeira entrada de fluido pode ter qualquer configuração adequada para distribuir o primeiro fluido para o tubo de sucção. Por exemplo, a primeira entrada de fluido pode ser um orifício, um bocal, um jato para distribuir um gás, líquido, ou combinações dos mesmos para o tubo de sucção. Em uma modalidade, a primeira entrada é um difusor para distribuir o gás para o tubo de sucção.

[0036] O primeiro recipiente pode também incluir uma ou mais segundas entradas para distribuir um segundo fluido para uma zona periférica. As segundas entradas podem distribuir o segundo fluido no ou próximo da segunda parede do recipiente para induzir o fluxo ou auxiliar o fluxo do meio na direção da primeira extremidade do tubo de sucção. Uma ou mais segundas entradas de fluido podem ser posicionadas dentro do recipiente para prover o fluxo de retrolavagem para o

recipiente e direcionar o meio filtrante na direção do sistema de tubo de sucção. O segundo fluido pode ser um gás, um líquido, tais como o filtrado ou a água residual a ser filtrada, e combinações dos mesmos. Em uma modalidade, o segundo fluido é a água residual desviada da entrada de alimentação de água residual ou ser desviada a partir da saída do filtrado. A segunda entrada de fluido pode ter qualquer configuração adequada para distribuir o segundo fluido para a zona periférica. Por exemplo, a segunda entrada de fluido pode ser um orifício, um bocal ou um jato para distribuir um gás, líquido ou uma combinação dos mesmos. Em uma modalidade, a segunda entrada se estende para dentro da zona periférica. A segunda entrada pode se estender a partir de qualquer localização adequada para auxiliar a distribuição de água. Por exemplo, a segunda entrada pode se estender para dentro da zona periférica a partir da parede lateral do recipiente e/ou a partir da parede lateral do tubo de sucção. Em outra modalidade, a segunda entrada pode se estender para dentro da zona periférica em um ângulo tendo um componente tangencial em relação à parede lateral do recipiente.

[0037] Ainda em outra modalidade, a zona periférica pode incluir também uma ou mais primeiras entradas de fluido para ainda agitar o leito do meio filtrante. As primeiras entradas de fluido na zona periférica podem, mas não precisam, ser idênticas à primeira entrada de fluido construída e organizada para distribuir o primeiro fluido para o tubo de sucção.

[0038] A zona periférica do recipiente pode incluir também uma zona de esfregação localizada acima da segunda extremidade do tubo de sucção. O meio filtrante que sai do tubo de sucção pode ainda ser misturado desta forma liberando óleo e sólidos em suspensão adicionais a partir do meio filtrante durante o ciclo de retrolavagem.

[0039] Em uma modalidade, no momento da conclusão de um ci-

clo de retrolavagem, a definição do leito pode ser auxiliada com a introdução de um gás, tal como ar ou gás produzido, através do sistema de tubo de sucção para perturbar o meio suficientemente para permitir o restabelecimento. O gás pode ser introduzido intermitentemente durante o estágio de definição do leito. Pode ser permitido que o leito se estabeleça por gravidade entre pulsos de gás.

[0040] O pulso intermitente do gás pode ainda coincidir com ou alternar com o pulso intermitente de líquido através da segunda entrada de fluido. Puxando rajadas de gás e de líquido pode perturbar o leito suficientemente para permitir que o leito se compacte desta forma reduzindo o espaço vazio e o volume geral do leito quando comparado com técnicas convencionais de definição do leito. Tipicamente após a retrolavagem, os leitos do meio filtrante são definidos por gravidade e alimentados para frente do fluxo de água residual, que pode resultar na definição insuficiente do meio e em ineficiências nas quais ocorrem curtos-circuitos de água residual ou ocorrem canais no meio filtrante e ocorre o avanço de óleo e de sólidos em suspensão.

[0041] Outra modalidade é direcionada a um sistema de tratamento de água residual incluindo uma pluralidade de unidades de meios filtrantes para prover filtragem contínua enquanto uma ou mais unidades de meio filtrante estão fora de linha por causa da operação em um ciclo de retrolavagem ou em um estágio de definição do leito. No sistema de tratamento de águas residuais, uma fonte de água residual incluindo pelo menos um contaminante pode ser alimentado em paralelo com uma pluralidade de unidades de meios filtrantes. O fluxo de alimentação de água residual para uma das unidades de meios filtrantes pode ser interrompido enquanto o fluxo de alimentação de água residual para as unidades de meios filtrantes remanescentes continua. A unidade de meio filtrante tomada fora de linha pode então ser retrolavada e ter o seu leito definido antes de ser colocada de volta em ser-

viço. Uma vez que a unidade de meio filtrante tenha sido colocada de volta em serviço, outra unidade de meio filtrante pode ser retirada de serviço para os ciclos de retrolavagem e de definição do leito.

[0042] Em algumas modalidades, o sistema e/ou aparelho de meio filtrante individual podem incluir um controlador para interromper e iniciar o fluxo conforme desejado. Conforme utilizado aqui, o termo "interromper" é definido como cessação de fluxo completa. Um controlador pode direcionar o fluxo da alimentação de água residual, os primeiros e segundos fluidos e o gás dependendo das condições de operação desejadas para o aparelho. O controlador pode ajustar ou regular válvulas associadas com cada fluxo potencial baseado nos sinais gerados por sensores posicionados dentro do aparelho. Por exemplo, um sensor pode gerar um primeiro sinal indicando que a queda de pressão acima do leito do meio filtrante alcançou um valor predeterminado, desta forma ligando o controlador para interromper o fluxo da água residual da entrada de alimentação e para iniciar o fluxo da água residual através da segunda entrada de fluido e de gás através da primeira entrada de fluido. Similarmente, o controlador pode iniciar a retrolavagem baseada no momento em que um segundo sinal gerado pela passagem de um período de tempo predeterminado. O controlador pode gerar também um sinal de controle interrompendo a alimentação de água residual para um aparelho de meio filtrante e iniciando o fluxo de alimentação de água residual para outro aparelho de meio filtrante baseado no primeiro sinal, no segundo sinal, e em combinações dos mesmos.

[0043] Outra modalidade é mostrada na figura 2a. O aparelho 200 compreende um recipiente cilíndrico 20 tendo uma parede lateral 40, uma primeira parede 42, e uma segunda parede 44. Um meio filtrante 16 está contido dentro de uma parte do recipiente 20 com a placa de retenção do meio 30 posicionada adjacente à primeira extremidade 12

do recipiente e tela 60 posicionada adjacente à segunda extremidade 14 do recipiente. A placa de retenção do meio pode ter qualquer estrutura adequada, tais como uma tela ou uma placa perfurada, para reter o meio filtrante dentro de uma parte do recipiente enquanto permite que o líquido de alimentação e os contaminantes passem para dentro e para fora do meio. O recipiente 20 também compreende uma primeira extremidade 12 adjacente à primeira parede 42, uma segunda extremidade 14 adjacente à segunda parede 44, e uma entrada de alimentação de água residual 32 adjacente à primeira extremidade 12 do recipiente 20 e acima do meio filtrante 16. Na figura 2a, o recipiente 20 inclui também uma saída de filtrado 38 posicionada abaixo do meio filtrante 16 adjacente à segunda extremidade 14 do recipiente 20.

[0044] Na figura 2a, um tubo de sucção cilíndrico 18 tendo uma primeira extremidade 22 e uma segunda extremidade 24 é posicionado centralmente dentro do meio filtrante 16 de modo que a primeira extremidade 22 do tubo de sucção 18 seja adjacente à segunda extremidade 14 do recipiente. O meio filtrante 16 está posicionado também dentro do tubo de sucção 18, e é mostrado em parte na figura 2a. A segunda extremidade 24 do tubo de sucção é posicionada suficientemente abaixo de uma extremidade superior do leito do meio filtrante a fim de que o meio filtrante suficiente esteja presente no leito para encher novamente o tubo de sucção no momento de conclusão de um ciclo de retrolavagem. Uma zona periférica 26 no recipiente 20 é uma região delimitada pelo volume do meio filtrante 16 excluindo o espaço ocupado pelo meio filtrante no tubo de sucção 18. Uma zona de esfregação 28 na zona periférica é posicionada acima de uma superfície superior do meio, entre a superfície superior do meio e uma tela 30. Tela 30 é posicionada acima da zona de esfregação 28 adjacente à primeira extremidade 12 do recipiente 20 para prevenir a perda do meio durante a retrolavagem. Também mostrada na figura 2a está

uma zona de esfregação 28 na zona periférica entre uma superfície superior do leito de meio filtrante 54 e uma superfície inferior da tela 30. A figura 2A mostra a tela 30 apesar de ser entendido que qualquer dispositivo ou estrutura que mantém o meio no recipiente pode ser utilizada. Por exemplo, o meio pode ser retido por uma placa perfurada ou cilindro bem como uma tela cilíndrica. Uma primeira entrada de fluido 34 é construída e organizada para prover um primeiro fluido para o tubo de sucção. Na figura 2a, uma primeira entrada de fluido 34 inclui um difusor de ar 46. A segunda entrada de fluido 36 é construída e organizada para distribuir o segundo fluido para a zona periférica adjacente à segunda extremidade do recipiente 20. O recipiente 20 na figura 2a inclui a saída do contaminante 50 para remover os contaminantes, tais como óleo e sólidos em suspensão do recipiente. Opcionalmente, a zona periférica pode ainda compreender uma ou mais primeiras entradas de fluido para girar parcialmente a cada durante a filtração e/ou para auxiliar a expansão e girar o leito durante a retrolavagem.

[0045] Durante a filtração, a água residual contendo óleo e sólidos em suspensão é direcionada para a entrada de alimentação 32, passa através da tela 30 e entra o meio filtrante 16 no leito adjacente à primeira extremidade 12 do recipiente 20 na direção da segunda extremidade 14 conforme observado pelas setas de fluxo tracejadas na figura 2a. A água residual passa simultaneamente através do meio filtrante 16 no tubo de sucção 18 a partir da segunda extremidade 24 do tubo de sucção para a primeira extremidade 22 do tubo de sucção. O filtrado sai do recipiente 20 via a saída do filtrado 38 e pode ser direcionado para o tratamento posterior ou descarregar.

[0046] Para estender o período de tempo no qual a filtração ocorre entre retrolavagens, o primeiro fluido pode ser pulsado para o tubo de sucção via a primeira entrada de fluido 34 durante o ciclo de filtra-

gem. Opcionalmente, o primeiro fluido pode ser pulsado via uma ou mais primeiras entradas de fluido (não mostradas) posicionadas na zona periférica durante a filtração. Conforme utilizado aqui, um "fluxo pulsado" é definido como um fluxo de fluido que é interrompido intermitentemente. Um fluxo pulsado pode ocorrer em intervalos aleatórios ou pode ser periódico, na medida em que o fluxo regularmente realiza ciclos entre ligar e desligar em intervalos pré-selecionados. O período de tempo no qual o fluido escoar pode, mas não precisa ser o mesmo em que o período de tempo no qual o fluido escoar é interrompido. Por exemplo, o fluido pode escoar por um período de tempo mais longo ou mais curto do que o período de tempo no qual o fluido escoar é interrompido. Em uma modalidade, o período de tempo no qual o fluido escoar é substancialmente idêntico ao período de tempo no qual o fluido escoar é interrompido. Pulsando o primeiro fluido, tal como um gás, pode parcialmente girar o leito do meio filtrante desta forma reduzindo a queda de pressão e estendendo o tempo de execução entre os ciclos de retrolavagem. Estendendo o tempo de execução da filtração entre os ciclos de retrolavagem pode reduzir o número geral de retrolavagens desta forma reduzindo o volume de retrolavagens gerado durante a vida do aparelho de filtro.

[0047] A filtração continua através do meio filtrante 16 até que seja desejável limpar o meio filtrante pela retrolavagem do meio filtrante. Em uma modalidade, a retrolavagem pode ser iniciada quando a queda de pressão através do meio filtrante alcança um valor determinado ou quando o recipiente esteve em serviço por um tempo determinado.

[0048] Conforme mostrado na figura 2b, no momento de iniciação de uma retrolavagem, o fluxo de água residual para a entrada de alimentação 32 e o fluxo do filtrado a partir da saída do filtrado são interrompidos. O fluxo de gás é indicado através da primeira entrada de

fluido 34 e do difusor 46 e o fluxo da água residual é iniciado através da segunda entrada de fluido 36. Em uma modalidade, o fluxo do segundo fluido pode ocorrer via uma saída de filtrado desta forma eliminando uma entrada separada para o segundo fluido. O fluxo do gás através da primeira entrada de fluido 34 pode, mas não precisa, ocorrer antes que o fluxo do segundo fluido seja iniciado. Em uma modalidade, o fluxo dos primeiros e dos segundos fluidos inicia simultaneamente, enquanto em outra modalidade, o fluxo do segundo fluido inicia antes que o fluxo do primeiro fluido seja iniciado. No momento da introdução dos primeiros e dos segundos fluidos, o leito do meio filtrante se expande e se move em fluxos contrários à corrente dentro do recipiente 20 conforme mostrado pelas setas de fluxo na figura 2a. Na figura 2a, o meio filtrante adjacente à primeira extremidade 22 do tubo de sucção se move em direção à segunda extremidade 24 em uma direção contrária ao fluxo de água residual durante a filtragem. O meio filtrante 16 adjacente à segunda extremidade 24 do tubo de sucção se move através do exterior do tubo de sucção em direção à primeira extremidade 22 do tubo de sucção, desta forma parcial ou completamente rolando o leito.

[0049] O meio filtrante movendo através do tubo de sucção se mistura desta forma liberando uma parte do óleo e dos sólidos em suspensão imobilizados no meio filtrante. O meio filtrante saindo do tubo de sucção pode ainda se misturar em uma zona de esfregação desta forma liberando óleo e sólidos em suspensão adicionais a partir do meio filtrante. O óleo e os sólidos em suspensão são levados do recipiente 20 via a saída do contaminante 50 na figura 2b. O gás é removido também a partir do recipiente 20 via a saída do contaminante 50.

[0050] O primeiro fluido e o segundo fluido podem escoar continuamente durante a retrolavagem. Alternativamente, o fluxo de um ou de ambos os primeiros e segundos fluidos pode ser intermitente. Em uma

modalidade, o ar escoar continuamente através do tubo de sucção enquanto a água é pulsada para dentro da zona periférica. O fluxo pulsado pode ser periódico, na medida em que o fluxo realiza ciclos regularmente entre desligar e ligar em intervalos pré-selecionados. O período de tempo no qual o fluido escoar pode, mas não precisa ser o mesmo como o período de tempo no qual o fluido escoar é interrompido. Por exemplo, o fluido pode escoar por um período de tempo mais longo ou mais curto do que o período de tempo no qual o fluxo de fluido é interrompido. Em uma modalidade, o período de tempo no qual o fluido escoar é substancialmente idêntico ao período de tempo no qual o fluido escoar é interrompido.

[0051] Em outra modalidade, o primeiro fluido pode ser suprido intermitentemente para o tubo de sucção enquanto o segundo fluido é suprido continuamente durante a retrolavagem. O segundo líquido é passado para o recipiente de filtro e para dentro do meio filtrante de casca de noz por um primeiro período de tempo em uma direção contrária ao fluxo do líquido através do recipiente e um primeiro líquido é passado através do meio filtrante de casca de noz no tubo de sucção por um segundo período de tempo para separar pelo menos uma parte do contaminante do meio filtrante. A duração do primeiro período de tempo pode ser suficiente para desempenhar uma rolagem parcial ou uma ou mais rolagens completas do leito. O fluxo do primeiro fluido pode ser interrompido enquanto o fluxo do segundo fluido continuar e os contaminantes serem removidos. O fluxo do filtrado através da saída do filtrado pode ser interrompido e o fluxo do primeiro fluido pode ser restabelecido. O fluxo do primeiro fluido pode então ser interrompido enquanto o fluxo do segundo fluido continuar para mais uma vez girar parcial ou completamente o leito um ou mais vezes. Novamente o fluxo de contaminantes pode ser removido enquanto o fluxo do segundo fluido continuar. O fluxo do primeiro fluido pode ser alternado conti-

nuamente até que o nível desejado de retrolavagem seja alcançado. Para completar o ciclo de retrolavagem, o fluxo do primeiro fluido pode ser interrompido enquanto o fluxo do segundo fluido continuar e os contaminantes serem removidos do recipiente. No momento da remoção dos contaminantes, o fluxo do segundo fluido pode ser interrompido e alimentado para frente do fluxo de água residual pode ser iniciado. A combinação das retrolavagens pulsadas pode resultar em uma ou mais rolagens parciais ou completas do leito durante a retrolavagem. Em uma modalidade, o leito é rolado cerca de três vezes. Em outra modalidade, o leito é rolado cerca de quatro vezes.

[0052] O sistema de retrolavagem pulsado provê vantagens sobre os métodos de retrolavagem convencionais na medida em que pode reduzir os custos de capital e de manutenção eliminando o equipamento mecânico dentro do recipiente do filtro ou fora do recipiente. O método de retrolavagem pulsado pode ser também mais simples para operar, pois ele pode eliminar as bombas de reciclagem convencionais que removem o meio filtrante do recipiente para regeneração e então devolver o meio filtrante regenerado de volta para o recipiente. A manutenção das bombas de reciclagem convencionais é geralmente difícil, pois essas bombas estão localizadas geralmente de 6,09 m até 7,62 m (20 até 25 pés) acima do solo. A lavagem das linhas de reciclagem uma vez que o ciclo de retrolavagem esteja concluído pode também ser difícil e pode incluir a remoção manual do meio filtrante. Ademais, a eliminação dos misturadores mecânicos e das bombas de reciclagem reduz o peso e a pegada do sistema. Também, como os componentes de retrolavagem são internos no recipiente, eles podem ser formados por materiais menos caros, tais como plásticos, pois eles não são operados em um sistema de reciclagem de pressão como são os componentes de retrolavagem externa convencionais. A utilização de componentes mais leves pode também reduzir os custos de insta-

lação em algumas aplicações, tais como plataformas offshore, onde os custos de instalação aumentam significativamente com o aumento do peso do sistema. Outra vantagem é que o gás ou ar utilizado no sistema de retrolavagem pulsado pode estar prontamente disponível em muitas instalações, tais como gás de produção a partir da produção de hidro carbono ou de instalações de refinaria, desta forma eliminando a necessidade de um compressor para suprir o gás para o sistema de retrolavagem pulsado. Mais significativamente, como o sistema de retrolavagem pulsado pode utilizar um gás e um líquido, ele reduz o volume de líquido de retrolavagem gerado. Ademais, como o meio filtrante não é removido a partir do recipiente durante a retrolavagem, a sua exposição à canalização e bombas é reduzida de modo que o meio filtrante tendo um módulo inferior de elasticidade do que o meio filtrante pode ser utilizado. Por exemplo, cascas de noz negra e inglesa são conhecidas por prover coalescência e filtragem de água residual contendo óleo, no entanto, os filtros de casca de noz são enchidos tipicamente com as cascas de noz negra mais caras porque tem um módulo de elasticidade superior do que as cascas de noz inglesa e, portanto, tem uma superfície mais durável para utilização em sistemas de retrolavagem externos. Como as retrolavagens são desempenhadas internamente de acordo com uma modalidade, pode ser possível utilizar a casca de noz inglesa mais barata sem comprometer a eficiência.

[0053] Uma vez que seja determinado que óleo e sólidos em suspensão suficientes foram removidos do meio filtrante e/ou da retrolavagem foram executados por um período de tempo predeterminado, o fluxo dos primeiros e dos segundos fluidos são então interrompidos e o fluxo de água residual para a entrada de alimentação é iniciada conforme mostrado na figura 2c, enquanto o meio filtrante se acomoda no leito.

[0054] A figura 3 é uma vista plana esquemática de seção trans-

versal do aparelho de meio filtrante 300 similar ao aparelho de meio filtrante 200 além do aparelho de meio filtrante compreende quatro tubos de sucção 18 posicionados no meio filtrante 16. O aparelho de meio filtrante 300 difere também do meio filtrante 200 na medida em que o aparelho 300 pode compreender também quatro primeiras entradas de fluido (não mostrado) para direcionar o primeiro fluido para cada um dos quatro tubos de sucção. Outros aspectos estruturais do aparelho 300 podem ser similares ou idênticos aqueles aparelhos 200 e, portanto, não estão mostrados. Os ciclos de filtragem e de retrolavagem no aparelho 300 são desempenhados da mesma maneira como com o aparelho 200, além do fluxo para as quatro primeiras entradas de fluido podem ser tanto iniciadas ou interrompidas simultaneamente. Em relação ao aparelho 200, o aparelho de meio filtrante 300 pode opcionalmente incluir primeiras entradas de fluido adicionais e/ou segundas entradas de fluido na zona periférica 26 para auxiliar girar o leito. A presença de tubos de sucção múltiplos dentro do meio filtrante pode distribuir mais uniformemente o gás que sai dos tubos de sucção e que entram na zona esfregação, desta forma aumentando a turbulência na zona de esfregação de mistura para a remoção mais eficaz do óleo e de sólidos em suspensão do meio filtrante. O a eliminação de um tubo de sucção central conforme mostrado na figura 3, apesar de não ser necessário, pode permitir a distribuição de água mais versátil e mais fácil.

[0055] A figura 4 é um desenho esquemático do aparelho do meio filtrante 400. O aparelho do meio filtrante 400 é similar ao aparelho de meio filtrante com a exceção de que o tubo de sucção 18 do aparelho 400 inclui um defletor 62. Um defletor pode ser vantajoso quando um diâmetro do tubo de retrolavagem é grande o suficiente a fim de ter o potencial para que a mistura de volta ocorra dentro do tubo de sucção. A mistura de volta da água residual e do meio filtrante dentro do tubo

de sucção pode impactar negativamente o fluxo e misturar o meio filtrante no tubo de sucção resultando em uma sucção pobre na primeira extremidade do tubo de sucção e reduzir a eficiência de rolagem do meio filtrante. O defletor pode ser dimensionado e modelado para um propósito particular. A figura 4 mostra um defletor cilíndrico 62 posicionado centralmente dentro do tubo de sucção 18. Apesar dos quatro tubos de sucção serem mostrados, é entendido que qualquer número de e configuração de tubos de sucção possam ser utilizados desde que o sistema de tubo de sucção proveja o volume desejado do meio rolando através do recipiente.

[0056] No aparelho 400, a primeira entrada de fluido 34, tal como uma entrada de gás, pode ser construída e organizada para direcionar ar através do tubo de sucção inteiro incluindo uma parte externa 66 delimitados pela parede lateral do tubo de sucção e pela parede lateral dos defletores, bem como através de uma parte central 64 do tubo de sucção delimitado pela parede lateral do defletor 62. A região externa 66 pode ser uma região anular circundante delimitada por um tubo de sucção cilíndrico e por um defletor cilíndrico. Os ciclos de filtragem e de retrolavagem no aparelho 400 são desempenhados da mesma maneira como com o aparelho 200. Em relação ao aparelho 200, o aparelho de meio filtrante 400 pode incluir opcionalmente primeiras entradas de fluido e/ou segundas entradas de fluido na zona periférica 26 para auxiliar girar o leito. Durante a retrolavagem, o meio filtrante escoar através da parte central 64 bem como da região externa 66, enquanto o meio filtrante na zona periférica escoar em uma direção de corrente contrária. Durante a filtragem de alimentação para frente, o líquido contendo contaminante escoar através do meio filtrante posicionado na zona periférica 26, na região externa 66 e na parte central 64.

[0057] A figura 5 é uma vista esquemática elevada de uma moda-

lidade uma parte de base 500 de um tubo de sucção 518 adequada para utilização em qualquer uma das unidades do meio filtrante 200, 300, 400. Nessa modalidade, o tubo de sucção 518 compreende uma pluralidade de passagens 570 na primeira extremidade 522 do tubo de sucção. Os cortes podem auxiliar o fluxo do meio filtrante da zona periférica (não mostrado) até a primeira extremidade 522 e através do tubo de sucção 518. As passagens podem ser idênticas entre si e regularmente espaçadas ao redor da segunda extremidade do tubo de sucção para prover o fluxo consistente dentro do tubo de sucção. As passagens 570 podem ter qualquer tamanho e forma para permitir o fluxo suficiente do meio filtrante e o fluido de retrolavagem dentro do tubo de sucção para prover um ciclo de retrolavagem desejado.

[0058] A figura 6 é um diagrama de bloco do sistema de tratamento de água residual 600 compreendendo um primeiro aparelho de meio filtrante 610 e um segundo aparelho de meio filtrante 620 operando em paralelo. As unidades do meio filtrante 610 e 620 podem compreender um recipiente, um meio filtrante, e um tubo de sucção posicionados dentro do meio. Uma fonte de água residual 630 contendo óleo e sólidos em suspensão está conectada fluidamente a uma entrada de alimentação de água residual do aparelho de meio filtrante 610 via a válvula 632. Similarmente, a fonte de água residual 630 está fluidamente conectada a uma entrada de alimentação de água residual do aparelho de meio filtrante 620 via a válvula 634. A fonte de água residual está fluidamente conectada a uma segunda entrada de fluido do aparelho 610 via a válvula 636, e está também fluidamente conectada a uma segunda entrada de fluido do aparelho 620 via a válvula 638.

[0059] Uma fonte de gás 640, tal como um ventilador de ar, está conectado fluidamente a uma entrada de gás para o aparelho 610 via a válvula 646. A fonte do gás 640 está fluidamente conectada também a uma entrada de gás do aparelho 620 via a válvula 648.

[0060] Enquanto o aparelho 610 está executando um ciclo de filtração, a válvula 632 está aberta para suprir água residual para o aparelho. Assim sendo, as válvulas 636, 646 estão fechadas para prevenir a retrolavagem do leito com a água residual e o gás, respectivamente. Similarmente, a válvula 642 permanece fechada para prevenir que o gás desloque a água residual durante a filtração.

[0061] O aparelho 620 pode estar operando em um ciclo de retrolavagem durante todo ou parte do tempo em que o aparelho 610 está operando no ciclo de filtração. Enquanto o aparelho 620 está operando no ciclo de retrolavagem, a válvula 634 está fechada para prevenir que a água residual entre na entrada de alimentação do aparelho. As válvulas 638, 648 estão abertas para prover a água residual e o gás para o ciclo de retrolavagem. No sistema da figura 6, o controlador 650 pode responder a um sinal gerado por um timer indicando que um período de retrolavagem predeterminado terminou e gerar um ou mais sinais de controle para fazer com que as válvulas 636, 648 se abram e a válvula 634 abra de modo que o aparelho 620 possa operar sob condições de filtração.

[0062] Opcionalmente, uma fonte de filtrado pode estar conectada fluidamente à segunda entrada de fluido do primeiro aparelho e à segunda entrada de fluido do segundo aparelho. Em outra modalidade, o segundo fluido pode estar conectado às primeiras e segundas saídas de filtrado para prover o segundo fluido para o primeiro aparelho e para o segundo aparelho, desta forma eliminando a separação das segundas entradas de fluido.

[0063] No sistema da figura 6, um controlador 650 pode responder a sinais também a partir dos sensores (não mostrados) posicionados em qualquer localização particular dentro do sistema. Por exemplo, um sensor no aparelho de meio filtrante 610 operando o ciclo de filtração pode gerar um sinal indicando que a queda de pressão através do leito

do meio filtrante alcançou um valor predeterminado no qual pode ser desejado desempenhar uma retrolavagem do meio no aparelho 610. O controlador 650 pode responder gerando um ou mais sinais de controle para fechar a válvula 632 e abrir as válvulas 636, 646 para iniciar o ciclo de retrolavagem. O controlador 650 pode então receber e responder aos sinais colocando alternativamente uma ou as duas unidades 610, 620 em serviço ou tirar um ou a outra de serviço para executar um ciclo de retrolavagem.

[0064] Durante os ciclos de retrolavagem tanto do aparelho 610 como do 620, o controlador 650 pode sinalizar as válvulas 636, 638, 646, 648 para permanecer continuamente aberta ou para abrir e fechar intermitentemente para pulsar a retrolavagem. Durante a troca de cada leite a partir do ciclo de retrolavagem, o controlador 650 pode abrir e fechar intermitentemente também as válvulas 646, 648 para prover pulsos de gás para o tubo de sucção para auxiliar a definição do leite. Um pulso de gás através do tubo de sucção pode perturbar o leite após o qual a gravidade do leite se acomoda. Um pulso de gás pode então novamente ser direcionado através do tubo de sucção para novamente perturbar o leite após o qual a gravidade do leite se acomoda. A definição do leite pulsado pode continuar por um período de tempo ou pulsos predeterminados, ou até que o leite esteja acomodado em uma altura desejada, em cujo tempo as válvulas 646, 648 podem permanecer fechadas na medida em que a alimentação para frente da fonte de água residual 630 é iniciada. Durante a acomodação do leite pulsado com gás, um líquido pode, mas não precisa, ser pulsado no recipiente via as válvulas 636, 638 para auxiliar a acomodação. Pulsar o líquido pode ocorrer entre ou ao mesmo tempo em que os pulsos de gás acomodam o leite.

[0065] A figura 8 é um fluxograma ilustrando uma modalidade da invenção. Na figura 8, o passo 801 inclui passar um líquido de alimen-

tação para um aparelho de filtro. O filtrado é removido durante a filtração de alimentação para frente do passo 801. Enquanto passa o líquido de alimentação, um sensor monitora a pressão no primeiro aparelho de filtro para determinar se a queda de pressão através do meio filtrante alcançou um valor predeterminado mostrado no passo 802. Se o valor da queda de pressão não alcançou o valor predeterminado, a alimentação de líquido continua a passar através do primeiro aparelho de enchimento como no passo 801. Se a leitura da pressão é determinada para ter alcançado ou excedido um valor predeterminado, o fluxo do líquido de alimentação para o aparelho de filtro é interrompido no passo 803.

[0066] Na figura 8, após o fluxo do líquido de alimentação ser interrompido, um fluxo de um primeiro fluido é introduzido em um tubo de sucção no recipiente pelo passo 804 em uma direção contrária ao fluxo de alimentação. Um fluxo de um segundo fluido é também introduzido em uma zona periférica pelo passo 805. No passo 806, uma determinação é feita quanto ao fato do meio filtrante ter sido girado suficientemente ou não. Essa determinação pode ser feita no momento do período de tempo geral passando pelos passos 804 e 805. Pelo passo 806, se o meio filtrante for girado suficientemente, o fluxo do primeiro fluido é interrompido no passo 807. Se o meio filtrante não foi girado suficientemente, o fluxo do segundo fluido é interrompido no passo 809. Após interromper o fluxo do segundo fluido, o fluxo do segundo fluido é novamente iniciado no passo 810. Mais uma vez, uma determinação é feita no passo 811 quanto ao fato do meio filtrante ter sido girado suficientemente ou não. Se o meio foi girado suficientemente, o fluxo do primeiro fluido é interrompido no passo 807. Se o meio filtrante não foi girado suficientemente, o fluxo do segundo fluido é interrompido no passo 809. Os passos 809 ao 811 são repetidos até que seja determinado no passo 811 que o meio filtrante foi girado suficien-

temente.

[0067] Uma vez que o fluxo do primeiro fluido tenha sido interrompido no passo 807 após uma determinação de que o meio filtrante foi girado suficientemente, os contaminantes são removidos a partir do aparelho do filtro no passo 812. Após a remoção de contaminantes, o fluxo do segundo fluido é interrompido no passo 813 e o fluxo do líquido de alimentação para o aparelho do filtro é restabelecido no passo 814. O filtrado é removido novamente durante a filtragem de alimentação para frente do passo 814.

[0068] A função e as vantagens dessas e de outras modalidades da presente invenção serão mais bem entendidas a partir dos seguintes exemplos. Esses exemplos são pretendidos para serem ilustrativos pela natureza e não devem ser considerados como sendo limitativos ao escopo da invenção.

EXEMPLO I

[0069] Um experimento foi realizado para determinar a eficácia de uma retrolavagem de água pulsada. Um aparelho de teste foi configurado com uma coluna plástica clara tendo um diâmetro de cerca de 30,48 cm (12 polegadas) e uma altura de cerca de 3,65 m (12 pés). Um tubo de sucção tendo um diâmetro de cerca de 7,62 cm (3 polegadas) e uma altura de cerca de 1,52 m (5 pés) foi posicionado no centro da coluna. Um difusor de ar foi anexado a uma entrada de ar na base no tubo de sucção. Três bocais para distribuir água foram espaçados igualmente ao redor da periferia da coluna. Cada bocal incluiu um cotovelo para direcionar água tangencialmente na coluna. A coluna foi enchida com 167,64 cm (66 polegadas) de cascas de noz negra de modo que o leito de casca estendeu aproximadamente 1,83 m (6 pés) acima da altura do tubo de sucção.

[0070] Uma série de testes foi realizada para medir o efeito das taxas de fluxo de ar e de água durante a retrolavagem. A eficiência da

retrolavagem foi medida na velocidade das cascas de noz viajando pelo exterior do tubo de sucção na zona periférica. Uma parte das cascas foi pintada para confirmação visual de movimento durante a retrolavagem. Os resultados iniciais indicaram que através de pulsar a água a geração do volume de retrolavagem a partir do filtro de casca de noz foi reduzida significativamente sem comprometer a eficiência da retrolavagem.

[0071] Testes adicionais foram realizados com o aparelho acima para comparar a água de retrolavagem continuamente escoando para pulsar a água enquanto mantém uma taxa de fluxo constante de ar através do tubo de sucção. Em um primeiro teste, a água escoou continuamente para dentro da zona periférica a uma taxa de cerca de 11,35 l/min (3 GPM) enquanto em um teste comparativo o fluxo de água foi pulsado para dentro da zona periférica com o qual um pulso de água de cerca de 22,71 l/min (6 GPM) por cerca de 1 segundo seguido por nenhum fluxo por cerca de 1 segundo para alcançar um fluxo geral de 11,35 l/min (3 GPM). Em um segundo teste, a água continuamente escoou para dentro da zona periférica em uma taxa de cerca de 15,14 l/min (4 GPM) enquanto um fluxo de água de teste comparativo foi pulsado para dentro da zona periférica com o qual um pulso de água de cerca de 30,28 l/min (8 GPM) por cerca de 1 segundo seguido por nenhum fluxo por cerca de 1 segundo para alcançar um fluxo geral de cerca de 15,14 l/min (4 GPM). Os resultados estão mostrados na Tabela 1.

TABELA I

Taxa de Fluxo de água (l/min)	Velocidade (cm/min)	Tempo para girar Leito (min)
11,35 contínuas (3 GPM)	59,69 (23,5 pol/min)	2,8
11,35 contínuas (3 GPM)	67,05 (26,4	2,5

	pol/min)	
15,14 contínuas (4 GPM)	71,37 (28,1 pol/min)	2,3
15,14 pulsadas (4 GPM)	86,87 (34,2 pol/min)	1,9

[0072] Como pode ser visto, pulsando a água aumentou a velocidade das cascas de noz por cerca de 12 por cento e reduz o tempo para girar o leito por cerca de 11 por cento quando comparado às taxas de fluxo contínuo de 11,35 l/min (3 GPM) enquanto produz o mesmo volume de retrolavagem. Similarmente, pulsando a água aumentou a velocidade das cascas de noz por cerca de 21 por cento e reduz o tempo para girar o leito por cerca de 17 por cento quando comparado às taxas de fluxo contínuo de 15,14 l/min (4 GPM) enquanto produz o mesmo volume de retrolavagem.

[0073] Esses resultados indicam que pulsar a água durante a retrolavagem é mais eficaz de modo que o ciclo de retrolavagem pode ser desempenhado em um período de tempo mais curto, gera menos retrolavagem ou uma combinação dos dois. Baseado nesses dados, foi estimado que a retrolavagem pulsada iria gerar 0,08-0,122 litros de água por centímetros quadrado (20-30 galões por pés quadrados) de área de filtração comparado a geração cerca de 0,651 litros de água por centímetros quadrados (160 galões por pés quadrados) de área de filtração com água escoando continuamente.

EXEMPLO II

[0074] Um teste foi realizado para determinar a eficácia de uma retrolavagem do filtro de casca de noz negra tendo múltiplos tubos de sucção em comparação a um único tubo de sucção. Em um primeiro teste, um recipiente foi fabricado tendo um diâmetro de 1,22 m (4 pés) tinha um tubo de sucção localizado centralmente tendo um diâmetro de 30,48 cm (12 polegadas). Uma parte das cascas de noz foram pin-

tadas para identificação e janelas foram posicionadas em várias localizações no recipiente para observar o movimento das cascas de noz. Em um segundo teste, um recipiente foi fabricado tendo um diâmetro de 1,22 m (4 pés) incluiu 4 tubos de sucção cada um tendo um diâmetro de 15,24 cm (6 polegadas). Os quatro tubos de sucção foram igualmente espaçados ao longo do recipiente. O volume de água de retrolavagem e o volume de gás foram idênticos nos dois testes.

[0075] Os resultados visuais indicaram que o projeto do tubo de sucção múltiplo foi pelo menos tão eficaz no giro do leite como o projeto do tubo de sucção único, e em alguns momentos, foi até mais eficaz. Sem estar vinculado à qualquer teoria particular, a presença de tubos de sucção múltiplos distribui mais uniformemente o ar que sai dos tubos de sucção e entra na zona de esfregação, desta forma aumentando a turbulência na zona de esfregação de mistura para a remoção mais eficaz do óleo e de sólidos em suspensão a partir do meio filtrante.

EXEMPLO III

[0076] Um teste piloto foi realizado para determinar a eficácia de retrolavagem um filtro de casca de noz negra tendo um defletor posicionado em um tubo de sucção. Um recipiente de meio filtrante tendo um diâmetro de 1,22 m (4 pés) foi ajustado a um tubo de sucção feito de um cano com diâmetro de 30,48 cm (12 polegadas). Um defletor formado a partir de um cano com 6 polegadas de diâmetro e localizado centralmente no tubo de sucção. Janelas claras foram instaladas no recipiente de meio filtrante a fim de observar a eficiência da retrolavagem. Os resultados visuais do teste piloto confirmaram que o tubo de sucção com um defletor proveu uma retrolavagem adequada para o recipiente com diâmetro de 1,22 m (4 pés).

EXEMPLO IV

[0077] Um teste foi realizado para determinar a eficácia de distri-

buir pulsos alternados de água residual e ar para um leito de meio de casca de noz negra para definir o leito após o ciclo de retrolavagem. O meio de casca de noz foi definido convencionalmente em um recipiente tendo um diâmetro de 30,48 cm (12 polegadas) para alimentar água residual em um fluxo para frente para uma profundidade de leito de 152,4 cm (60 polegadas). O meio de casca de noz foi então expandido durante o ciclo de retrolavagem a uma altura de 167,64 cm (66 polegadas). Para comparação, o leito foi definido convencionalmente de volta a 152,4 cm (60 polegadas) com alimentação para frente escoando continuamente por cerca de 5 minutos. A alimentação de fluxo para frente foi então desempenhada para medir a eficiência do leito.

[0078] O meio de casca de noz foi então novamente expandido a uma altura de 167,64 cm (66 polegadas) após o qual pulsos alternados ou rajadas curtas de água residual e ar foram adicionados ao meio de casca de noz em uma direção de alimentação reversa por cerca de 2 minutos e permitido acomodar. Água foi pulsada através do leito em uma taxa de fluxo de cerca de 5,68 l/min (1,5 galão/min) por um segundo após o qual o ar foi pulsado através do leito em uma rajada curta por um segundo. O leito definida a uma profundidade de 134,62 cm (53 polegadas), que é 17,78 cm (7 polegadas) menor do que a profundidade original resultando em um leito condensada tendo um volume vazio reduzido no meio filtrante. A alimentação de fluxo para frente foi então desempenhada no leito condensada para determinar a eficiência do leito condensada comparada com o leito definida convencionalmente. Os resultados da concentração de óleo da saída total versus o tempo de filtragem de alimentação para frente estão mostrados na figura 7. As equações de regressão lineares foram calculadas a partir de dados para o leito definida convencionalmente, rotulada como um leito larga, e o leito pulsada definida, rotulada como um leito definida.

Dados

TABELA II

Tempo (min)	Óleo total na definição convencional efluente (PPM)	Óleo total em definição pulsada efluente (ppm)	% de mudança em óleo em efluente
100	19,364	21.292	-10.0
200	26.984	25.512	-4.3
300	34.604	29.732	-14.1
400	42.224	33.952	-19.6
500	49.844	28.172	-23.4
600	57.464	42.392	-26.2
700	65.084	46.612	-28.4
800	72.704	50.832	-30.1

[0079] Conforme visto nas tabelas acima, na medida em que o tempo de filtragem aumenta, o leito pulsado definido foi significativamente mais eficaz em remover o óleo total ou livre da água residual, por o tanto quanto 30 por cento em 800 minutos. Similarmente, o gráfico também mostra que na medida em que o tempo aumenta, o leito pulsado definido removeu mais óleo do que o leito definido convencionalmente.

[0080] O leito pulsado definido pode, portanto, permitir que o meio filtrante de noz seja executado por um período de tempo mais longo do que os leitos definidos convencionalmente antes que seja desejável executar uma retrolavagem. Estendendo o período de tempo entre os ciclos de retrolavagem pode também reduzir a quantidade total da retrolavagem gerada ao longo da vida do meio. Compactar o leito pode também resultar em projetos de leitos com uma profundidade menor reduzindo o tamanho e a altura do recipiente.

[0081] Tendo descrito então diversos aspectos de pelo menos uma modalidade dessa invenção, devem ser apreciadas diversas alte-

rações, modificações, e aperfeiçoamentos que ocorrerão prontamente para aqueles com habilidade na técnica. Ditas alterações, modificações, e aperfeiçoamentos são pretendidos para serem parte dessa revelação, e são pretendidos para estarem dentro do espírito e do escopo da invenção. Assim sendo, a descrição e os desenhos seguintes são para fins de exemplo somente.

[0082] Essa invenção não está limitada na sua aplicação aos detalhes de construção e a disposição de componentes definidos na seguinte descrição ou ilustrados nos desenhos. A invenção é capaz de outras modalidades e de ser praticada ou de ser executada de diversas maneiras. Também, a fraseologia e terminologia utilizadas aqui são para o propósito de descrição e não devem ser considerados como limitativos. O uso de "incluindo", "compreendendo", ou "tendo", "contendo", "envolvendo", e variações desses aqui, é pretendido para abranger os itens listados doravante e equivalentes desses, bem como os itens adicionais. Somente as frases de transição "consistindo em" e "consistindo essencialmente em" são frases transicionais fechadas ou semi-fechadas, respectivamente, com relação às concretizações. Conforme utilizado aqui, o termo "pluralidade" refere-se a dois ou mais itens ou componentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de filtrar contaminantes de um líquido, caracterizado pelo fato de que compreende:

proporcionar um líquido compreendendo um óleo e sólidos em suspensão;

passar o líquido por um recipiente (20) de filtro, o recipiente (20) de filtro compreendendo meio de casca de noz, um sistema de tubo de extração, uma zona periférica (26) entre uma parede lateral (40) do sistema de tubo de extração e uma parede lateral (40) do recipiente (20);

interromper o fluxo do líquido pelo recipiente (20);

passar um primeiro fluido através do meio filtrante (16) e do sistema de tubo de extração em uma direção contrária ao fluxo do líquido, assim causando o rolamento do meio filtrante (16);

passar um segundo fluido pelo meio filtrante (16) e pela zona periférica (26);

interromper o fluxo do segundo fluido e continuar ao mesmo tempo a passar o primeiro fluido através do meio filtrante (16) e do sistema de tubo de extração;

restabelecer fluxo do segundo fluido;

remover pelo menos uma parte do óleo e dos sólidos em suspensão do recipiente (20) de filtro;

interromper o fluxo do primeiro fluido e do segundo fluido; e restabelecer fluxo do líquido através do recipiente (20) de filtro.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o primeiro fluido é um gás.

3. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o segundo fluido é um líquido.

4. Método de acordo com a reivindicação 3, caracterizado

pelo fato de que o segundo fluido é um líquido que compreende um óleo e sólidos em suspensão.

5. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a passagem do primeiro fluido pelo meio filtrante (16) e pelo sistema de tubo de extração compreende passar o primeiro fluido por um primeiro período de tempo, e sendo que passar o segundo fluido pelo meio filtrante (16) e pelas zona periférica (26) compreende passar o segundo fluido por um segundo período de tempo menor que o primeiro período de tempo.

6. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a passagem do primeiro fluido pelo meio filtrante (16) e pelo sistema de tubo de extração compreende passar o primeiro fluido por um primeiro período de tempo, e sendo que passar o segundo fluido pelo meio filtrante (16) e pela zona periférica (26) compreende passar o segundo fluido por um segundo período de tempo maior que o primeiro período de tempo.

7. Método de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a passagem do segundo fluido para o recipiente (20) de filtro compreende proporcionar um fluxo pulsante do segundo fluido para o recipiente (20) de filtro.

8. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que compreende ainda:

ajustar um leito de filtro alternando entre as etapas de passar o gás através do sistema de tubo de extração e permitir que o meio filtrante (16) ajuste o leito.

9. Método de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que passar o gás através do tubo de extração compreende passar o gás por um primeiro período predeterminado de tempo.

10. Método de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que compreende ainda passar o segundo fluido através do

meio filtrante (16) na zona periférica (26) em uma direção contrária à passagem do líquido de alimentação.

11. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a passagem do segundo fluido compreende passar o segundo fluido por um segundo período predeterminado de tempo.

12. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que compreende ainda passar o segundo fluido através da zona periférica (26) enquanto se passa o gás através do sistema de tubo de extração.

13. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que compreende ainda passar o segundo fluido através da zona periférica (26) após interromper o fluxo do gás.

14. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o primeiro período predeterminado de tempo é o mesmo que o segundo período predeterminado de tempo.

15. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o primeiro período predeterminado de tempo é menor que o segundo período predeterminado de tempo.

16. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o primeiro período de tempo é maior que o segundo período predeterminado de tempo.

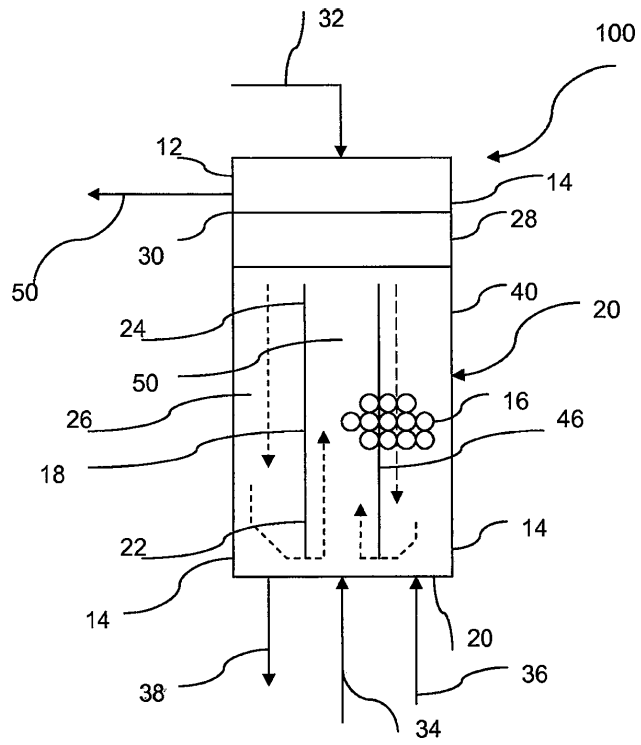


FIG. 1

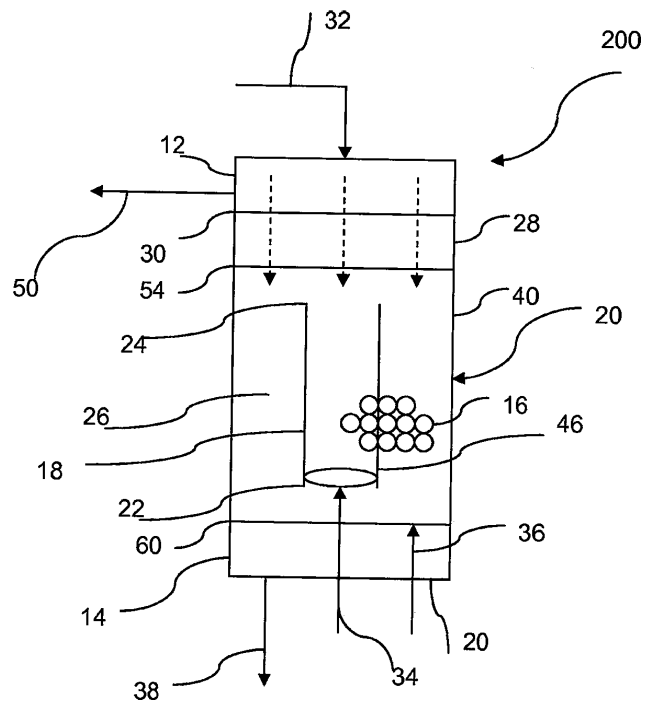


FIG. 2a

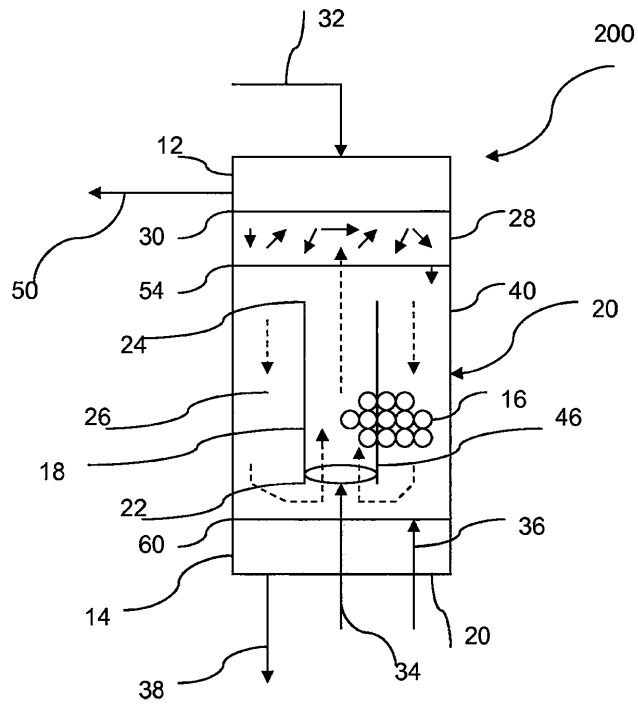


FIG. 2b

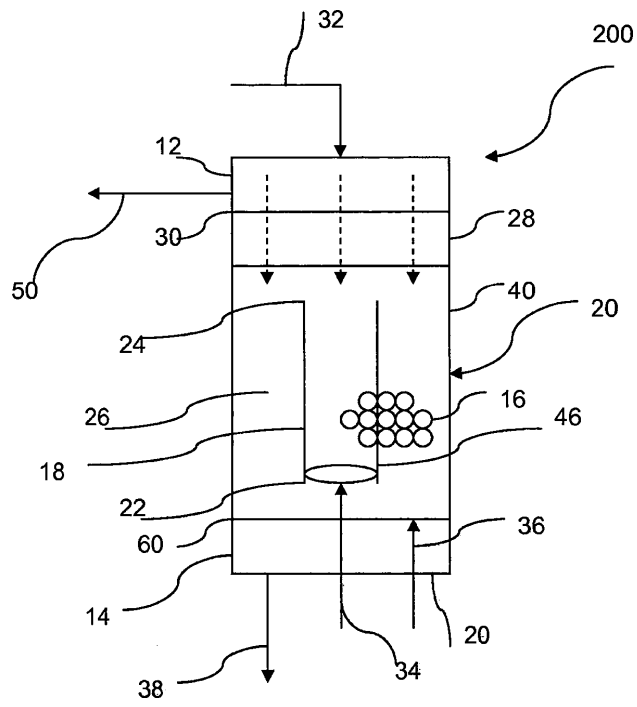


FIG. 2c

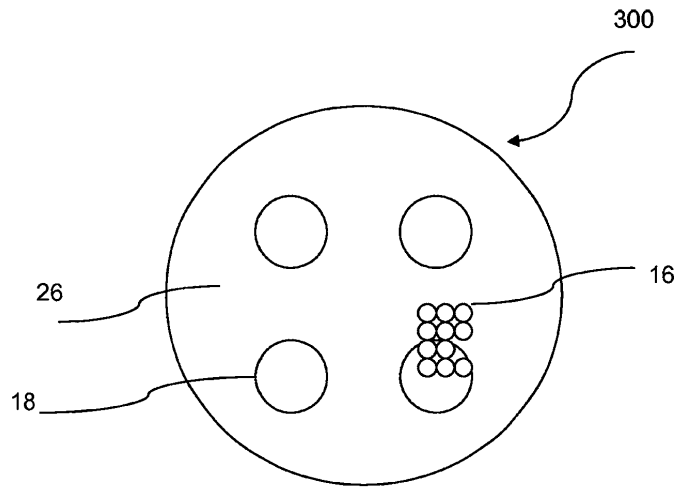


FIG. 3

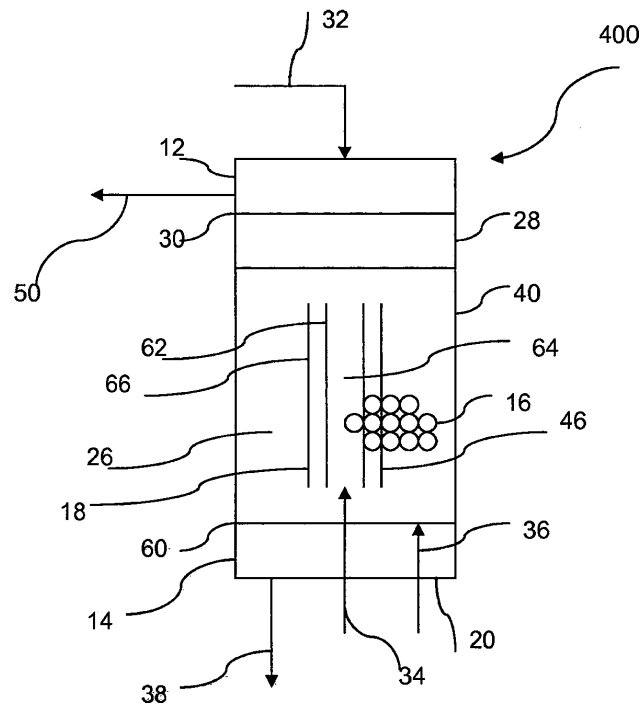


FIG. 4

7/10

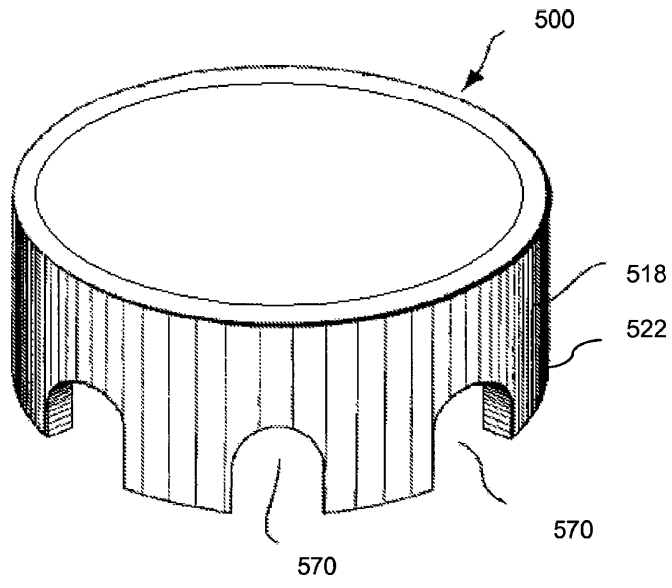


FIG. 5

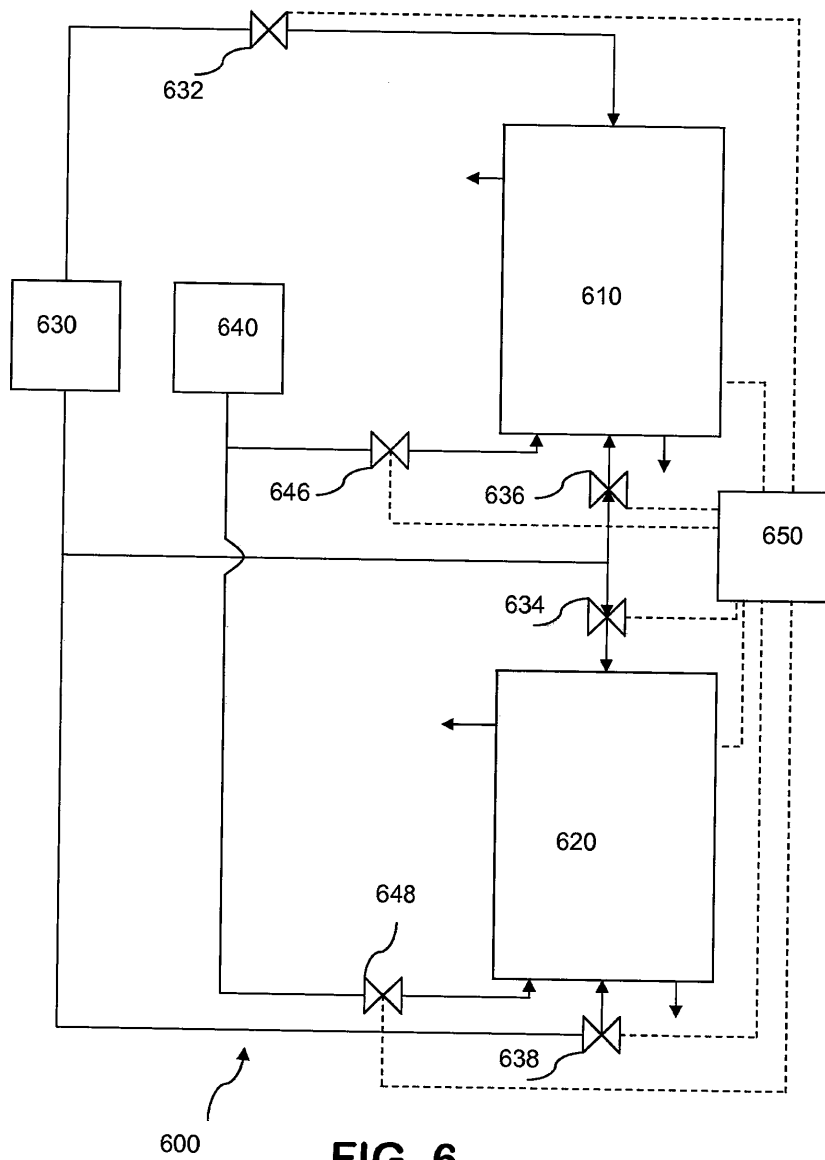


FIG. 6

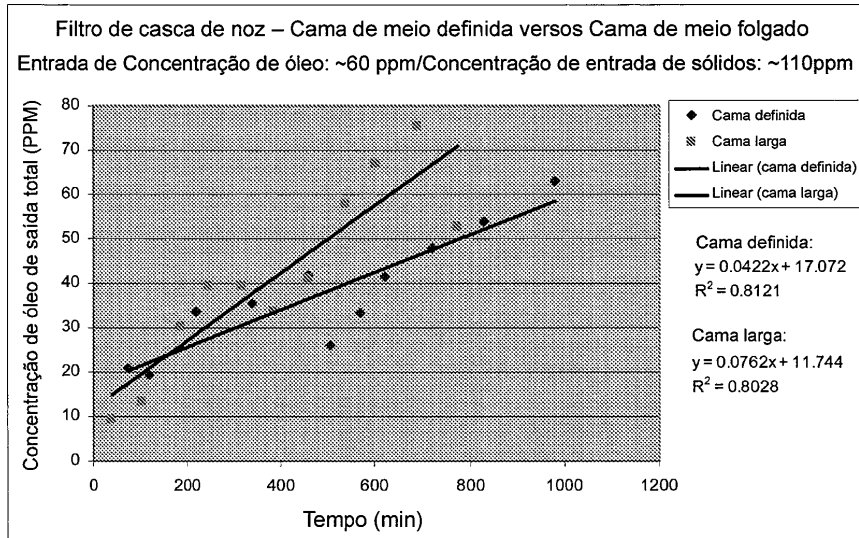


FIG. 7

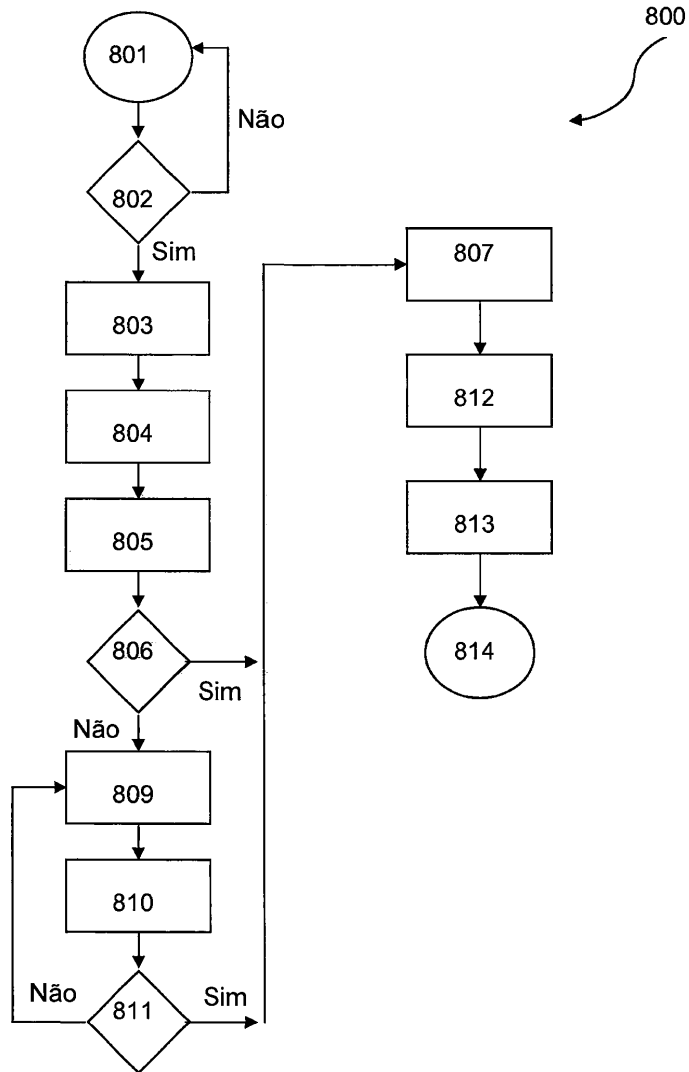


FIG. 8