



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

(11) PI 0906024-3 B1

(22) Data do Depósito: 27/02/2009

(45) Data de Concessão: 12/12/2017



(54) Título: MÉTODO PARA REMOVER UM PRODUTO PARTICULADO SÓLIDO DE UM REATOR DE LEITO FLUIDIZADO

(51) Int.Cl.: B01J 8/00

(30) Prioridade Unionista: 27/02/2008 US 12/038,163

(73) Titular(es): UNION CARBIDE CHEMICALS & PLASTICS TECHNOLOGY LLC

(72) Inventor(es): JOHN ROBERTS PARRISH; JEFFREY BRIAN DRABISH; OSCAR M. LONGORIA;
JAMES LELAND SWECKER

"MÉTODO PARA REMOVER UM PRODUTO PARTICULADO SÓLIDO DE UM REATOR DE LEITO FLUIDIZADO"

Campo da invenção

[0001] Esta divulgação está relacionada com a produção de poliolefinas em leitos fluidizados, e particularmente com métodos para remover produto polimerizado de um reator de leito fluidizado a uma taxa desejada de produção enquanto conservando o gás fluidizante.

Antecedentes da invenção

[0002] Um problema há muito existente na produção de poliolefinas em reatores de leito fluidizado é a perda do monômero não reagido no gás fluidizante como uma consequência da remoção do produto polimérico sólido do reator. As partículas de polímero ou produto resina são geralmente removidas passando-as em um tanque de produto conectado com o reator de leito fluidizado, o que usualmente ocorre sob pressão positiva de gás assistida por gravidade, durante o que as partículas ainda são um tanto arrastadas na ou circundadas pela atmosfera gasosa do reator. Independente do sistema de válvulas através das quais produto flui durante um ciclo de descarga, o gás do ciclo deixando o reator junto com o produto geralmente contém um volume significativo de monômero não reagido. A perda de monômero não reagido constitui uma perda econômica do reagente químico. O gás fluidizante pode adicionalmente incluir gases inertes, por exemplo, para controlar o ponto de orvalho do gás de reciclagem e o que também representa uma perda econômica cada vez que o produto polimérico é removido do reator.

[0003] Sistemas anteriores que foram desenvolvidos para minimizar a perda de gás quando o produto polimérico é

removido tendem a impedir a remoção do próprio produto sólido, em relação a um design de reator não empregando tal sistema. Como um resultado, todo o processo de polimerização ultimamente pode ser limitado pela taxa de remoção de produto, ao invés de depender da taxa de produção. Estas limitações de produção em reatores caros, grandes, são altamente indesejáveis.

[0004] Portanto, existe uma necessidade de novas estratégias para remoção de produto que possam ajudar a minimizar a perda de gases do reator quando o produto polimérico é removido, mas que não impeçam a remoção do produto sólido durante a descarga do produto. Também existe uma necessidade de sistemas de remoção de produto que possam operar através de uma ampla faixa de parâmetros do reator, sem limitar a taxa de produção.

Sumário resumido da invenção

[0005] Esta divulgação provê um método e aparelho para controlar a descarga de produto de um reator de leito fluidizado e para controlar, reduzir, e/ou minimizar a perda de monômero não reagido e do gás fluidizante que resultam da remoção do produto polimérico sólido do reator. Os reatores de leito fluidizado normalmente descarregam resina através de um Sistema Integrado de Descarga de Produto, ou IPDS, que inclui um conjunto de válvulas e tanques configurados para minimizar a perda de gás do reator durante o ciclo de descarga de resina do reator. Em um aspecto, minimizar as perdas de gás do ciclo pode ser conseguido enchendo o tanque de produto substancialmente completamente com resina ou enchendo demais o tanque de produto até um nível desejável, definido, durante a sequência de descarga do reator.

Maximizar o enchimento de resina no tanque de produto minimiza o volume de gás do reator, minimizando desta forma também a perda de gás de ciclo de descarga enquanto maximizando a produção de resina. Ao mesmo tempo, encher demais o tanque de produto até mais que uma quantidade aceitável pode provocar bloqueios indesejados no sistema IPDS e resultar em inatividades do IPDS, o que pode reduzir a produção da instalação bem como aumentar as perdas de gás do ciclo.

[0006] Os tempos da sequência para controlar as válvulas em um sistema IPDS tipicamente devem ser ajustados manualmente, os quais requerem ajustes de "tentativa e erro" para manter operação confiável. Por exemplo, o tempo que a válvula de descarga de produto fica aberta durante um ciclo de descarga, o qual controla a extensão até a qual o tanque de produto é enchido ou enchido demais, é um parâmetro que normalmente é ajustado manualmente. De acordo com esta divulgação, a válvula de descarga de produto é aberta e fechada por um período controlável de tempo usando um sistema que inclui um detector para detectar o nível de produto particulado sólido, em conjunção com um sistema de controle e vários algoritmos de controle, os quais ajustam automaticamente o período de tempo de "válvula aberta" pré-determinado para atingir o nível cheio ou cheio demais desejado no tanque de produção. Descrever o tanque de produto como "cheio", é intencionado a se referir a produto sendo adicionado ao tanque de produto até cerca de a extensão máxima, cerca de 100% do nível de capacidade do tanque de produto, sem substancial transbordamento de produto a partir do tanque. Descrever o tanque de produto como "cheio demais",

é intencionado a se referir ao produto sendo adicionado ao tanque de produto até mais que 100% do nível de capacidade máxima do tanque de produto, tal que transbordamento de produto do tanque para dentro de uma linha de exaustão, recipiente de transbordo, ou similar, ocorra até alguma extensão desejada. Os termos "maximizar" ou "maximizado" e similares são usados para incluir ambos os conceitos de "cheio" e "cheio demais" tal que produto particulado seja adicionado a um tanque de produto até um nível aceitável ou desejado que inclua tanto cheio quanto cheio demais até uma extensão desejada.

[0007] Portanto, em um aspecto, a divulgação provê um método para remover produto particulado sólido de um reator de leito fluidizado junto com gás a partir do reator de leito fluidizado, no qual um tanque de produto está conectado com o reator de leito fluidizado através de uma válvula de enchimento e inclui meios para esvaziar e meios para fazer a exaustão do tanque de produto. O tanque de produto ou linha de exaustão compreende um detector capaz de detectar o produto particulado sólido e um sistema de controle em comunicação com o detector e a válvula de enchimento e capaz de controlar a válvula de enchimento. O detector está situado, por exemplo, em ou próximo de o topo do tanque e/ou contíguo com a linha de exaustão, tal que o detector indique quando o tanque de produto está cheio ou cheio demais até um nível conhecido, por exemplo, dentro da linha de exaustão. Um ciclo de descarga é executado abrindo a válvula de enchimento por um período de tempo pré-determinado e transferindo o produto particulado sólido e gás do reator para dentro do tanque de produto, então fechando a válvula de enchimento e

esvaziando o tanque. O ciclo de descarga é repetido qualquer número de vezes, e o particular algoritmo de controle empregado calcula ajustes a serem feitos e, em conjunção com o sistema de controle, ajusta o período de tempo pré-determinado. Qualquer detector pode ser usado o qual possa detectar a presença ou ausência de um produto particulado sólido no nível do detector, uma vez que ele esteja situado no tanque de produto e/ou linha de exaustão, e o particular algoritmo de controle pode ser selecionado baseado no tipo de resposta que qualquer detector específico irá fornecer.

[0008] Em um aspecto, um detector que forneça uma resposta binária simples, dependendo de se produto particulado sólido é detectado ou não detectado, pode ser empregado. Neste aspecto, e para fins de exemplo, a fração ou porcentagem de ciclos de descarga na qual o produto particulado sólido é detectado com o detector pode ser determinada. À medida que os ciclos de descarga são executados para a duração do período de teste, um algoritmo de controle pode ser usado com o sistema de controle para ajustar o período de tempo pré-determinado para aumentar ou diminuir a proporção de ciclos de descarga nos quais o produto particulado sólido é detectado com o detector. À medida que mais ciclos de descarga são efetuados e ajustes seqüenciais são feitos, o tanque de produto pode se aproximar de um nível de enchimento substancialmente constante durante cada ciclo de descarga de produto.

[0009] Em um outro aspecto, um detector que forneça uma resposta em escala ou proporcional à presença de produto particulado sólido pode ser empregado, incluindo um detector que forneça um valor pico do parâmetro medido. Neste aspecto,

e para fins de exemplo, um detector que forneça uma medição pico de densidade pode ser usado. Um valor desejado ou alvo de resposta do detector pode ser selecionado, junto com valores mínimo aceitável e máximo aceitável, e à medida que os ciclos de descarga são executados para a duração do período de teste, o algoritmo de controle pode calcular o valor médio da resposta do detector. No fim do período de teste, o período de tempo pré-determinado pode ser ajustado, baseado em se o valor médio da resposta do detector está no ou abaixo do valor mínimo aceitável da resposta, no ou acima dos valores máximos aceitáveis da resposta, no ou próximo do valor desejado ou alvo de resposta do detector.

[0010] O método divulgado aqui é especialmente útil para processos nos quais um tanque de produto é enchido e esvaziado rapidamente como parte de uma operação seqüenciada, na qual um nível preciso, apropriado, de enchimento do tanque auxilia a maximizar e/ou otimizar a produção do reator, enquanto minimizando ou otimizando a perda do monômero não reagido no gás fluidizante. Um tipo de operação sequenciada na qual o processo divulgado pode ser usado é divulgado na patente U.S. nº 6.255.411, que é aqui incorporada em sua totalidade por referência. Neste aspecto, o meio para esvaziar o tanque de produto tipicamente compreende um tanque de purgação a jusante o qual é conectado com o tanque de produto através de uma válvula de descarga.

[0011] Em um outro aspecto do processo divulgado, é provido um método para remover produto particulado sólido de um reator de leito fluidizado, no qual dois detectores capazes de detectar o produto particulado sólido são empregados com o tanque de produto e/ou linha de exaustão,

junto com um sistema de controle em comunicação com ambos detectores e a válvula de enchimento. Neste método e aparelho, um primeiro detector é situado para indicar quando o tanque de produto está cheio ou cheio demais até um primeiro nível inferior, e o segundo detector é situado para indicar quando o tanque de produto está cheio demais até um segundo nível mais alto. Os detectores que podem ser usados podem ser detectores que forneçam uma resposta binária "ligado-desligado" para a presença de produto particulado sólido, ou uma resposta em escala ou proporcional que forneça uma proporção de valor para algum parâmetro medido.

[0012] No aspecto de dois detectores, e para fins de exemplo, usando detectores com uma resposta binária, à medida que um ciclo de descarga é executado e repetido qualquer número de vezes, os detectores e sistema de controle podem determinar a fração ou porcentagem de ciclos de descarga nos quais o produto particulado sólido é detectado em tanto o primeiro quanto segundo detectores. Um algoritmo de controle pode ser usado com o sistema de controle para ajustar o período de tempo pré-determinado para aumentar ou diminuir a proporção de ciclos de descarga nos quais o produto particulado sólido é detectado com o primeiro e segundo detectores. Incorporando um segundo detector, tipicamente mais alto na linha de exaustão que o primeiro detector que pode estar localizado a várias polegadas a partir do topo do tanque de produto, um controle mais preciso do nível de tanque de produto pode ser obtido. Por exemplo, usando este método e aparelho de dois detectores, o período de tempo pré-determinado pode ser ajustado tal que o produto particulado sólido seja detectado com o primeiro detector cerca de 100%

do ciclos de descarga, e o produto particulado sólido seja detectado com o segundo detector cerca de 0% dos ciclos de descarga.

[0013] Adicionalmente ao aspecto de dois detectores, e para fins de exemplo, usando detectores com uma resposta em escala ou proporcional, à medida que um ciclo de descarga é executado e repetido qualquer número de vezes, um valor desejado ou alvo de resposta do detector pode ser selecionado para cada detector, junto com valores de resposta mínima aceitável e máxima aceitável para cada detector, embora tipicamente um valor de resposta mínimo aceitável estará associado com o detector mais baixo no tanque de produto ou linha de exaustão e o valor de resposta máximo aceitável estará associado com o detector mais alto no tanque de produto ou linha de exaustão. À medida que ciclos de descarga são efetuados para a duração de um particular período de teste, o algoritmo de controle pode calcular o valor médio de resposta do detector. No fim do período de teste, o período de tempo pré-determinado pode ser ajustado, baseado em se o valor médio de resposta do detector está em ou abaixo do valor de resposta mínimo aceitável, em ou acima dos valores de resposta máximos aceitáveis, ou abaixo, acima, ou próximo dos valores desejados ou do alvo de resposta do detector para cada um dos dois detectores. Esta configuração de dois detectores pode ser usada, por exemplo, para fornecer ajustes muito finos para o nível de produto de resina particulada sólida.

[0014] Um número de designs de sistemas de reatores e de descarga de produto de leito fluidizado têm sido descritos, exemplos dos quais estão divulgados nas patentes U.S. n^{os}

4.621.952, 4.003.712, 4.032.391, 4.255.542, 4.302.565, e 4.535.134, cada uma das quais é aqui incorporada por referência em sua totalidade. É antecipado que o aparelho e método desta divulgação podem ser utilizados em conjunção com qualquer destes sistemas de reatores para ajustar sequencialmente os ciclos de descarga, tal que o tanque de produto se aproxime de um nível de enchimento substancialmente constante durante cada ciclo de descarga de produto.

Descrição resumida das figuras

[0015] A figura 1 é um esquema simplificado do sistema de descarga de produto da presente divulgação, ilustrando o detector e sistema de controle em comunicação com a válvula de enchimento do tanque de produto;

[0016] A figura 2 é um esquema de um sistema típico de reator de polimerização de leito fluidizado usando o sistema de descarga de produto desta divulgação; e

[0017] A figura 3 é um esquema ilustrando os tanques e valvulamento para uma descrição diagramática de procedimento de remoção de produto de acordo com a patente U.S. nº 6.255.411, o qual pode ser utilizado em combinação com o sistema de descarga de produto desta divulgação.

Descrição detalhada da invenção

[0018] A presente divulgação proporciona um método, aparelho, e sistema para melhorar a eficiência de matéria-prima de um reator de leito fluidizado e produção da instalação melhorando a eficiência de enchimento do Sistema Integrado de Descarga de Produto (IPDS) usando uma nova metodologia de controle. Por exemplo, esta divulgação auxiliar a encaminhar o problema de manter a operação ótima

da descarga de produto em um reator de polimerização de leito fluidizado tal como é usado na Tecnologia de Fase Gasosa UNIPOL® e outros processos para manter taxas desejadas de produção enquanto minimizando perdas de gás do ciclo. O processo e aparelho divulgados são aplicáveis a todos os produtos de resina tais como polipropileno (PP) incluindo polipropileno isostático (PPi), polietileno de alta densidade (PEAD), polietileno de baixa densidade linear (PEBDL) incluindo polietileno de baixa densidade linear catalisado com metaloceno (PEBDLm), borracha de etileno-propileno (EPR), borracha de etileno propileno dieno (EPDM), e similares. De acordo com esta divulgação, a válvula de descarga de produto de um reator de leito fluidizado é aberta e fechada por um período de tempo controlável usando um sistema que inclui um detector, um sistema de controle, e vários algoritmos de controle, e o período de tempo pré-determinado de "válvula aberta" é ajustado automaticamente para atingir o nível desejado de enchimento no tanque de produto.

[0019] De acordo com esta divulgação, um método para remover um produto particulado sólido de um reator de leito fluidizado é fornecido, o método compreendendo:

prover:

um tanque de produto conectado com um reator de leito fluidizado através de uma válvula de enchimento e compreendendo meio para esvaziar e meio para exaustão;

(ii) um detector que forneça uma resposta quando um produto particulado sólido enche ou enche demais o tanque de produto até o nível do detector; e

(iii) um sistema de controle em comunicação com o detector e a válvula de enchimento e capaz de controlar a válvula de enchimento;

(b) executar pelo menos um ciclo de descarga compreendendo: abrir a válvula de enchimento por um período de tempo pré-determinado e transferir produto particulado sólido junto com gás a partir do reator de leito fluidizado para dentro do tanque de produto; e

(ii) após o período de tempo pré-determinado, fechar a válvula de enchimento e esvaziar o tanque de produto;

(c) enquanto executando a etapa (b), calcular um ajuste desejado para o período de tempo pré-determinado usando um algoritmo de controle e pelo menos uma resposta de detector ou ausência da mesma obtida enquanto executando pelo menos um ciclo de descarga; e

(d) ajustar o período de tempo pré-determinado pelo ajuste desejado usando o sistema de controle.

[0020] Tipicamente, o meio para fazer a exaustão do tanque de produto é uma linha de exaustão e o detector pode ser localizado em ou contíguo à linha de exaustão de modo a detectar produto particulado sólido quando ele alcançar um nível desejado dentro da linha de exaustão. Quando o detector estiver situado para detectar produto na linha de exaustão, o tanque de produto está cheio demais até o nível do detector; isto é, esta configuração permite o detector sinalizar quando transbordamento de produto do tanque de produto para dentro de uma linha de exaustão ocorreu até alguma extensão desejada. Em um aspecto, o detector pode ser localizado a qualquer distância ao longo da linha de exaustão a partir da junção da linha de exaustão e do tanque de produto. Em um

aspecto, o detector pode ser localizado a partir de tão próximo quanto seja possível montar próximo do topo do tanque de produto, cerca de 0,25 pé, até cerca de 10 pés ou até mesmo mais a partir da junção da linha de exaustão e do tanque de produto. A localização do detector pode variar como uma função da particular resina, e pode variar através de uma ampla faixa. Por exemplo, as resinas mais "pegajosas" ou grudentas que possam estar entre as resinas de densidade mais baixa (PEBD, EPR, e similares), usualmente têm uma posição de detector mais baixa na linha de exaustão ou no topo do tanque de produto, para impedir o entupimento da linha de exaustão. As resinas menos "pegajosas" ou grudentas que estão geralmente entre as resinas de densidade mais alta (PEAD e similares), podem acomodar uma posição de detector mais alta na linha de exaustão porque sua presença vários pés dentro da linha provavelmente não levará a entupimento ou bloqueios no sistema IPDS. Assim, o detector pode ser localizado em ou na linha de exaustão a cerca de 10 pés, cerca de 9 pés, cerca de 8 pés, cerca de 7 pés, cerca de 6 pés, cerca de 5 pés, cerca de 4 pés, cerca de 3 pés, cerca de 2 pés, cerca de 1,5 pé, cerca de 1 pé, cerca de 0,5 pé, ou cerca de 0,25 pé da junção da linha de exaustão e do tanque de produto. Em outro aspecto, o detector pode ser localizado de cerca de 0,25 a cerca de 5,0 pés, de cerca de 0,5 a cerca de 3,0 pés, ou cerca de 0,75 a cerca de 2,0 pés da junção da linha de exaustão e do tanque de produto, para sinalizar o nível de produto no nível desejado de sobreenchimento.

[0021] O processo e aparelho divulgados também provêm para um detector que seja móvel ou ajustável, se acomodar em diferentes alturas dentro da linha de exaustão ou tanque de

produto nas quais a detecção pode ser desejada, como pode ser o caso quando produzindo diferentes resinas. Quando o detector é um medidor de densidade nuclear como descrito abaixo, a fonte de radiação e a porção de detector do medidor de densidade (por exemplo, um detector Gama) podem ser montadas opostas entre si no lado de fora da linha de exaustão tal que o medidor de densidade nuclear opere em modo de transmissão direta, sem a necessidade de a sonda do detector entrar diretamente ou romper a linha de exaustão. Portanto, um medidor de densidade nuclear se adapta muito bem quando um detector ajustável é desejado. Outros detectores, tal com um sensor fotoelétrico, podem ser usados.

[0022] Um aspecto adicional da divulgação provê que o detector possa ser localizado em ou próximo do topo do tanque de produto e não na linha de exaustão, de modo a detectar produto antes que ele transborde do tanque de produto para a linha de exaustão. Tipicamente, para maximizar o enchimento de resina no tanque de produto e minimizar o volume de gás do reator, o detector pode ser localizado tão próximo do topo do tanque de produto quanto fisicamente possível. Entretanto, a localização exata do detector é esperada a variar como uma função do tamanho do detector, da extensão da trajetória requerida para o método de detecção, da particular construção de qualquer linha de derivação com exaustão que possa ser usada unicamente para montar um detector, e fatores similares que possam afetar ou serem requeridos para a operação do detector. Para fins de exemplo, quando o detector é um medidor de densidade nuclear como divulgado aqui, a fonte de radiação e a porção de detector do medidor de densidade (por exemplo, um detector Gama) podem ser montadas adjacentes

entre si no lado de fora do tanque de produto, tal que o detector de densidade nuclear opere em modo de retrodispersão, permitindo desta forma o detector ser situado alto no tanque de produto.

[0023] Em um aspecto do método divulgado, a válvula de enchimento é aberta por um período de tempo pré-determinado, finito, para transferir produto sólido para dentro do tanque de produto, após o que a válvula de enchimento é fechada e o tanque de produto é esvaziado. Tipicamente, o período de tempo pré-determinado é ajustado para otimizar a conservação de gás no reator de leito fluidizado, e qualquer número de algoritmos ou lógica de programação podem ser usados para ajustar este período de tempo de válvula aberta pré-determinado. Em um aspecto esta divulgação provê a execução e repetição do ciclo de descarga qualquer número de vezes e a determinação da proporção de ciclos de descarga nos quais o produto particulado sólido é detectado pelo detector. Portanto, as etapas (b) a (d) do processo citado acima são normalmente repetidas pelo menos uma vez. Embora os múltiplos eventos de descarga e detecção estejam ocorrendo, um algoritmo de controle junto com o sistema de controle são usados para ajustar o período de tempo pré-determinado para aumentar ou diminuir a proporção de ciclos de descarga nos quais o produto particulado sólido é detectado com o detector. Portanto, é previsto que para todos os ciclos de descarga dentro de um dado período, por exemplo 1 ou 2 horas, uma certa fração ou porcentagem de eventos de transbordamento nos ciclos de descarga possam ser desejáveis. Neste caso, se um evento de transbordamento ocorre em alguma proporção de todos os enchimentos de descarga de produto, então é esperado

que o enchimento de resina no tanque de produto seja maximizado, porque ainda que somente uma fração de ciclos de descarga resulte em transbordamento é improvável que bloqueios no sistema IPDS ocorram.

[0024] Em um aspecto, um detector que forneça uma resposta binária simples, dependendo de se produto particulado sólido é detectado ou não detectado, pode ser empregado. para fins de exemplo, quando este tipo de detector é empregado, as etapas de calcular um ajuste desejado para o período de tempo pré-determinado e ajustar o período de tempo pré-determinado enquanto executando pelo menos um ciclo de descarga (correspondentes às etapas (c) e (d) do método descrito acima) podem ser implementadas de acordo com um algoritmo de controle compreendendo as seguintes etapas:

- (i) selecionar um período de teste, t_{TESTE} , compreendendo tempo suficiente para executar pelo menos um ciclo de descarga;
- (ii) selecionar uma porcentagem desejada de ciclos de descarga, $\text{Porcentagem}_{(\text{ALVO})}$, na qual o produto particulado sólido é detectado com o detector;
- (iii) selecionar um número de segundos a diminuir (x) e um número de segundos a aumentar (y) o período de tempo pré-determinado durante o qual a válvula de enchimento fica aberta;
- (iv) para a duração do período de teste, calcular a porcentagem de ciclos de descarga, $\text{Porcentagem}_{(\text{OBS})}$, no qual o produto particulado sólido é detectado com o detector,
- (v) seguindo o último ciclo de descarga do período de teste, ajustar o período de tempo pré-determinado como segue:

se $\text{Porcentagem}_{(\text{OBS})} > \text{Porcentagem}_{(\text{ALVO})}$, diminuir o período de tempo pré-determinado em x segundos;

se $\text{Porcentagem}_{(\text{OBS})} < \text{Porcentagem}_{(\text{ALVO})}$, aumentar o período de tempo pré-determinado em y segundos; e

se $\text{Porcentagem}_{(\text{OBS})} = \text{Porcentagem}_{(\text{ALVO})}$, não fazer ajuste do período de tempo pré-determinado;

(vi) repetir as etapas (iv) e (v) qualquer número de vezes; e

(vii) opcionalmente ajustar t_{TESTE} , $\text{Porcentagem}_{(\text{ALVO})}$, x , y , ou qualquer combinação dos mesmos após qualquer etapa (v) ou a qualquer momento durante um ciclo de teste.

[0025] Esta estratégia de algoritmo de resposta binária também pode ser empregada usando um detector de resposta em escala ou proporcional, no qual somente uma resposta binária "sim-não" é alimentada no algoritmo. Por exemplo, um medidor de densidade nuclear pode ser empregado em conjunção com um algoritmo de resposta binária, usando a detecção ou não detecção de produto sólido como a resposta.

[0026] Neste aspecto, a fração ou porcentagem de detecções de resina no número total de eventos de descarga que pode ser usada para iniciar um ajuste do tempo pré-determinado aberto da válvula pode ser qualquer proporção ou porcentagem. Por exemplo, o controlador pode ser programado tal que se o detector detectar resina em $\alpha\%$ das descargas totais de resina para o período de tempo anterior, sendo que α pode ser maior ou igual à cerca de 1% e menor ou igual à cerca de 100% (isto é, $1 \leq \alpha \leq 100$), então o controlador pode ser ajustado para diminuir o tempo de abertura da válvula de enchimento pelo intervalo de tempo desejado, tipicamente por β segundos, sendo que tipicamente $0,1 \leq \beta \leq 2,0$ segundos. Uma diminuição do tempo de enchimento é usada para permitir menos

tempo para o enchimento do tanque para prover um nível de tanque pico médio mais baixo, exatamente como um aumento no tempo de enchimento é usado para prover um nível de tanque pico médio mais alto. Adicionalmente, a porcentagem das descargas totais de resina que podem ser usadas para iniciar um ajuste, $\alpha\%$, pode variar de cerca de 5 a cerca de 90 por cento, de cerca de 10 a cerca de 80 por cento, de cerca de 20 a cerca de 70 por cento, de cerca de 30 a cerca de 60 por cento, ou de cerca de 40 a cerca de 55 por cento. Além disso, ajustes podem ser feitos da própria proporção ou porcentagem $\alpha\%$ à medida que a corrida do reator prossegue de acordo com um algoritmo particular, para ajustar mais rapidamente o enchimento de resina e atingir o enchimento máximo do tanque de produto. Por exemplo, para o primeiro período de monitoramento de período de 1 hora ou para os primeiros 20 ciclos de descarga, a porcentagem de detecções de resina no número total de eventos de descarga que iniciarão um ajuste do tempo pré-determinado de válvula aberta (α) pode ser entre cerca de 10% a cerca de 90%, para o segundo período de monitoramento de período de 1 hora ou para os segundos 20 ciclos de descarga, α pode ser entre cerca de 25% a cerca de 75%, e para o terceiro e subsequentes períodos de monitoramento de período de 1 hora ou para o terceiro e subsequentes 20 ciclos de descarga, α pode ser entre cerca de 25% a cerca de 75%. Estes números são exemplares, uma vez que qualquer número de algoritmos podem ser usados os quais alterariam os valores de α , dependendo dos parâmetros do reator e similares.

[0027] O sistema de controle também pode ser programado tal que se o medidor de densidade não detectar produto em $\gamma\%$

das descargas totais de resina para o período de tempo anterior, onde tipicamente $1 \leq \gamma \leq 99$ e o período de tempo pode ser cerca de 1 hora, então o controlador pode aumentar o enchimento do tanque aumentando o tempo de abertura da válvula de enchimento em δ segundos, sendo que tipicamente $0,1 \leq \delta \leq 2,0$ segundos.

[0028] Em um aspecto adicional, um detector que forneça uma resposta em escala ou proporcional para a presença de produto particulado sólido pode ser empregado, incluindo um detector que forneça um valor pico do parâmetro medido, pode ser empregado. Para fins de exemplo, quando este tipo de detector é empregado, as etapas de calcular um ajuste desejado do tempo pré-determinado e ajuste do período de tempo pré-determinado enquanto executando pelo menos um ciclo de descarga (correspondendo às etapas (c) e (d) do método divulgado acima), podem ser implementadas de acordo com um algoritmo de controle compreendendo as seguintes etapas:

- (i) selecionar um período de teste, compreendendo tempo suficiente para executar pelo menos um ciclo de descarga;
- (ii) selecionar um valor desejado de resposta do detector, R_{ALVO} , um valor mínimo aceitável de resposta do detector $R_{M\dot{I}N}$, e um valor máximo aceitável de resposta do detector $R_{M\dot{A}X}$;
- (iii) selecionar um número de segundos a diminuir (x) e um número de segundos a aumentar (y) o período de tempo pré-determinado durante o qual a válvula de enchimento fica aberta;
- (iv) para a duração do período de teste, calcular a resposta média do detector, R_{AVG} , seguindo cada ciclo de descarga;
- (v) seguindo o último ciclo de descarga do período de teste, ajustar o período de tempo pré-determinado como segue:

se $R_{AVG} \geq R_{MÁX}$, diminuir o período de tempo pré-determinado em x segundos,

se $R_{AVG} \leq R_{MÍN}$, aumentar o período de tempo pré-determinado em y segundos,

se $R_{MÍN} < R_{AVG} < R_{MÁX}$, não fazer ajuste do período de tempo pré-determinado;

(vi) repetir as etapas (iv) e (v) qualquer número de vezes; e

(vii) opcionalmente ajustar t_{TESTE} , R_{ALVO} , $R_{MÍN}$, $R_{MÁX}$, x , y , ou qualquer combinação dos mesmos após qualquer etapa (v) ou a qualquer momento durante um ciclo de teste.

[0029] Neste aspecto, o valor desejado de resposta do detector, R_{ALVO} , pode ser um valor pico do medidor de densidade, $\rho_{(PICO)}$, obtido a partir de uma medição do medidor de densidade nuclear. Qualquer um, qualquer combinação, ou todos os parâmetros do algoritmo, t_{TESTE} , R_{ALVO} , $R_{MÍN}$, $R_{MÁX}$, x , ou y , podem ser ajustados a qualquer momento durante um ciclo de teste, como apreciado por alguém de experiência ordinária. Os ajustes de tempo podem diferir, tal que x pode ser maior que, menor que, ou igual a y . Tipicamente, o número de segundos a diminuir (x) o período de tempo pré-determinado pode ser maior que o número de segundos a aumentar (y) o período de tempo pré-determinado durante o qual a válvula de enchimento está aberta, portanto, x pode ser maior que y . Esta característica é útil para ajustar o nível de produto sólido para baixo mais rápido do que ele é ajustado para cima. Além disso, à medida que a produção continua e o tempo de produção do reator aumenta, t_{TESTE} pode ser ajustado para cima pelo menos uma vez ao repetir as etapas (iv) e (v) no algoritmo divulgado.

[0030] Um número de outras variações de lógica de programação ou algoritmos podem ser usadas para ajustar o período de tempo pré-determinado ou usadas para ajustar outros parâmetros do reator e/ou descarga de produto de acordo com a divulgação. Por exemplo, em um aspecto, o algoritmo de controle e o sistema de controle podem ajustar o período de tempo pré-determinado de abertura da válvula, o tempo entre cada ciclo de descarga, qualquer número de parâmetros do reator, ou qualquer combinação dos mesmos, com entendido por alguém de experiência na técnica, para otimizar a conservação de gás no reator de leito fluidizado. Além do mais, também é previsto que o(s) parâmetro(s) a ser(em) ajustado(s), tal(ais) como o tempo pré-determinado de abertura da válvula, pode(m) ser ajustado(s) após qualquer número de ciclos de descarga. Tipicamente, é desejável monitorar vários ciclos de descarga, por exemplo, os ciclos de descarga que ocorrem durante um período de tempo de 1 hora para determinar a proporção de eventos de transbordamento nos ciclos de descarga, e ajustar o tempo pré-determinado de abertura da válvula somente após o período de monitoramento de 1 hora. Também é possível monitorar um dado número de ciclos de descarga, por exemplo de cerca de 3 a cerca de 30 ciclos de descarga, e basear um ajuste calculado para o tempo pré-determinado de abertura da válvula no número específico de ciclos de descarga. Alternativamente, ajustes podem ser feitos após somente um único ciclo de descarga, para ajustar rapidamente o tempo de abertura da válvula.

[0031] Em um aspecto adicional, qualquer combinação de lógica de programação tal como os algoritmos divulgados acima, pode ser usada. Por exemplo, começando a partir do

primeiro ciclo de descarga, ajustes podem ser feitos ao tempo pré-determinado de abertura da válvula após cada ciclo de descarga individual para cerca de 5 a cerca de 10 ciclos de descarga, após o que um algoritmo que monitore ciclos de descarga para um período de 1 hora e ajuste o tempo pré-determinado de abertura da válvula após cada período de 1 hora pode suplantará o ciclo de descarga individual inicial.

[0032] Ainda um aspecto adicional desta divulgação se relaciona com o incremento de tempo pelo qual o tempo pré-determinado de abertura da válvula é ajustado, se o ajuste aumenta ou diminui o tempo pré-determinado. Neste aspecto, o sistema de controle pode aumentar ou diminuir o tempo pré-determinado de abertura da válvula em qualquer incremento de tempo, por exemplo, um ajuste de tempo variando de cerca de 0,05 segundo a cerca de 5 segundos pode ser usado. Adicionalmente, este ajuste também pode variar de cerca de 0,08 a cerca de 3 segundos, ou de cerca de 0,1 a cerca de 2 segundos. Também não é necessário que este próprio incremento seja constante, uma vez que este incremento pode ele próprio ser variado com o tempo, dependendo do particular algoritmo. Com propósitos de exemplo, para o primeiro período de monitoramento de período de 1 hora ou para os primeiros 8 ciclos de descarga, o tempo pré-determinado pode ser ajustado em incrementos de 1 segundo, para o segundo período de monitoramento de período de 1 hora ou para os segundos 8 ciclos de descarga, o tempo pré-determinado pode ser ajustado em incrementos de 0,3 segundo, e para quaisquer ciclos de descarga seguintes, o tempo pré-determinado pode ser ajustado em incrementos de 0,3 segundo. Tal característica tem a vantagem de produzir ajustes mais grosseiros nos estágios

iniciais de uma corrida do reator, enquanto os parâmetros do reator ainda podem estar alcançando condições estáveis de estado, após o que ajustes mais finos serão feitos quando os ajustes grosseiros serão prováveis de resultar em eventos de subenchimento ou transbordamento do tanque.

[0033] Um aspecto adicional desta divulgação se relaciona com o detector. Qualquer detector pode ser usado que seja capaz de detectar a presença de produto particulado sólido no tanque de produto e/ou linha de exaustão. Exemplos de detectores adequados incluem, mas não estão limitados a, um medidor de densidade nuclear, uma sonda de capacitância, um sensor fotoelétrico, um medidor de densidade ótico, um sensor de pressão diferencial, um sensor acústico, ou uma sonda vibratória, ou qualquer combinação dos mesmos nas múltiplas configurações de detector como descritas abaixo, podem ser usados. O medidor de densidade nuclear trabalha bem com este processo divulgado. Embora não intencionando ser suportado por teoria, o medidor de densidade nuclear usa uma fonte de isótopo radioativo tal com ^{137}Cs que permite fótons (usualmente raios Gama) que se irradiam de volta para o detector, e pode ser adaptado para detectar produto sólido no modo de retrodispersão ou no modo de transmissão direta, dependendo da localização da fonte de isótopos em relação ao detector. A presença de produto sólido entre a fonte de isótopos radioativos e o detector (transmissão direta) ou adjacente à fonte de isótopos radioativos e o detector (retrodispersão) absorverá radiação que pode ser detectada. Em um aspecto, um detector de nível nuclear de ponto único localizado na linha de exaustão ("G") do tanque de produto, figura 1, em conjunção com um algoritmo para ajustar o tempo

pré-determinado de abertura da válvula tal que o detector somente detecte produto em uma certa porcentagem de ciclos de descarga em um dado período trabalha bem, embora outros algoritmos tais como aqueles divulgados aqui também podem ser usados.

[0034] Alguém de experiência ordinária entenderá que as figuras fornecidas aqui são esquemas que divulgam, entre outras coisas, as conectividades dos vários componentes com propósitos de ilustrar a divulgação, e não necessariamente limitados à orientação particular dos componentes como ilustrados. A figura 1 ilustra um aspecto do sistema de descarga de produto da presente divulgação de forma simplificada, e mostra o detector e sistema de controle em comunicação com a válvula de enchimento do tanque de produto. Outros componentes do reator não estão ilustrados nesta figura. O tanque de produto 1 na figura 1 está conectado com o reator de leito fluidizado 2 através da válvula de enchimento 3, e compreende um meio para exaustão, mostrado aqui como uma linha de exaustão "G" 4 que, neste aspecto, retorna gás para o reator 2. O tanque de produto 1 também compreende um meio para esvaziar o tanque de produto, mostrado como um tanque de purgação 5, o qual está conectado ao tanque de produto 1 através de uma linha de tanque de purgação 6 e uma válvula de tanque de purgação 7. Um detector 8, o qual pode ser, por exemplo, um medidor de densidade nuclear, é contíguo com a linha de exaustão "G" 4 tal que ele seja configurado para detectar quando o produto de resina sólida enche a linha de exaustão "G" 4 até o nível do detector 8. O detector 8 está em comunicação com o sistema de controle 9, o qual está ele próprio em comunicação com a

válvula de enchimento de produto 3, e é capaz de utilizar um algoritmo de controle de acordo com esta divulgação para controlar a abertura e fechamento da válvula de enchimento de tanque de produto 3.

[0035] A figura 2 mostra a operação global básica de um sistema de reação de leito fluidizado, um tipo usado comumente para produzir polietileno, copolímeros de etileno, e outros polímeros de olefinas, que usa o sistema de descarga de produto desta divulgação. Referindo-se à figura 2, o reator 101 compreende uma zona de reação 102 e uma zona de redução de velocidade 103. O precursor de catalisador ou composição precursora parcialmente ativada usado no leito fluidizado pode ser armazenado para serviço em um reservatório 104 sob um lençol de um gás que seja inerte para o material armazenado, tal como nitrogênio ou argônio. Gás de composição é alimentado ao leito fluidizado, e a composição do gás de composição pode ser determinada por um analisador de gás 105. Onde desejado, parte do gás de composição pode ser retornada através da linha de reciclagem de gás 106 para o reator no ponto 107 abaixo do leito. Existe lá uma placa de distribuição de gás 108 acima do ponto de retorno para ajudar a fluidizar o leito.

[0036] A porção da corrente gasosa que não reage no leito constitui o gás de reciclagem que tipicamente é removido da zona de polimerização, preferivelmente passando-o em uma zona de redução de velocidade 103 acima do leito onde às partículas arrastadas é dada uma oportunidade para cair de volta para o leito. O gás de reciclagem é então comprimido em um compressor 109 e então passado através de um trocador de calor 110 onde ele tem calor da reação extraído antes que

seja retornado ao leito. Um composto ativado tipicamente é adicionado ao sistema da reação a jusante a partir do trocador de calor 110 e como ilustrado pode ser alimentado no sistema de reciclagem de gás a partir do dispensador 111 através da linha 112. O precursor de catalisador ou composição precursora de catalisador parcialmente ativada tipicamente é injetado no leito a uma taxa igual a seu consumo em um ponto 113 o qual está acima da placa de distribuição 108.

[0037] O produto polimérico particulado pode ser continuamente extraído em um ponto 114 em suspensão com uma porção da corrente gasosa que é esgotada à medida que as partículas se sedimentam para minimizar a polimerização e sinterização adicional quando as partículas alcançam a zona de coleta final. O gás de suspensão também pode ser usado para mover o produto de um reator para um tanque de produto 117. O produto polimérico particulado é convenientemente e preferivelmente extraído através da operação seqüencial de um par de válvulas sincronizadas 115 e 116 a montante e a jusante, respectivamente, do tanque de produto 117. Assim, uma válvula 115 é uma válvula de enchimento de tanque de produto e a válvula 116 é uma válvula de enchimento de tanque de purgação, entre o tanque de produto 117 e o tanque de purgação 124, a qual é um meio para esvaziar o tanque de produto 117. Enquanto a válvula 116 está fechada, a válvula 115 está aberta para emitir um plugue de gás e produto para o tanque de produto 117 entre ele e a válvula 115 a qual é então fechada. O gás esgotado contendo monômeros não reagidos pode ser recuperado do tanque de produto 117 através da linha de exaustão 118. Um detector 122, que pode ser, por exemplo,

um medidor de densidade nuclear, é contíguo e/ou está em comunicação com a linha de exaustão 118 e é capaz de detectar o produto particulado sólido quando o produto enche a linha de exaustão 118 até o nível do detector 122. O detector 122 está em comunicação com o sistema de controle 123, o qual também está em comunicação com a válvula de enchimento de tanque de produto 115, e é capaz de utilizar um algoritmo de controle de acordo com a divulgação para controlar a abertura e fechamento da válvula de enchimento de tanque de produto 115.

[0038] A válvula 116 é então aberta para fornecer o produto para o tanque de purgação 124, o qual pode ser esvaziado fornecendo o produto para uma zona de pressão ainda mais baixa. A válvula 116 é então fechada para esperar a próxima operação de recuperação de produto. O gás esgotado contendo monômeros não reagidos pode ser recuperado da zona 117 através da linha 118 e recomprimido no compressor 119 e retornado diretamente, ou através de um purificador 120, através da linha 121 para a linha de reciclagem de gás 106 em um ponto a montante do compressor de reciclagem 109.

[0039] Esta divulgação provê adicionalmente um método para remover um produto particulado sólido de um reator de leito fluidizado usando um arranjo de dois detectores. Neste aspecto, um primeiro detector é situado para indicar quando o tanque de produto está cheio ou cheio demais até um primeiro nível inferior, e o segundo detector é situado para indicar quando o tanque de produto está cheio demais até um segundo nível mais alto. Os detectores podem ser detectores de resposta binária "ligado-desligado" ou detectores de resposta em escala ou proporcional como descrito. Portanto, de acordo

com este aspecto da divulgação, um método para remover um produto particulado sólido de um reator de leito fluidizado é fornecido, o método compreendendo:

(a) prover:

um tanque de produto conectado com um reator de leito fluidizado através de uma válvula de enchimento e compreendendo um meio para esvaziar e um meio para exaustão;

(ii) um primeiro detector que forneça uma resposta quando um produto particulado sólido encher ou encher demais o tanque de produto até um primeiro nível;

(iii) um segundo detector que forneça uma resposta quando um produto particulado sólido encher ou encher demais o tanque de produto até um segundo nível o qual é mais alto que o primeiro nível;

(iv) um sistema de controle em comunicação com o detector e a válvula de enchimento e capaz de controlar a válvula de enchimento;

(b) executar pelo menos um ciclo de descarga compreendendo:

abrir a válvula de enchimento por um período de tempo pré-determinado e transferir o produto particulado sólido junto com gás do reator de leito fluidizado para dentro do tanque de produto; e

(ii) após o período de tempo pré-determinado, fechar a válvula de enchimento e esvaziar o tanque de produto;

(c) enquanto executando a etapa (b), calcular um ajuste desejado para o período de tempo pré-determinado usando um algoritmo de controle e pelo menos uma resposta de detector ou ausência da mesma a partir do primeiro detector, do segundo detector, ou de ambos, obtida enquanto executando pelo menos um ciclo de descarga; e

(d) ajustar o período de tempo pré-determinado pelo ajuste desejado usando o sistema de controle.

[0040] Tipicamente, as etapas (b) a (d) deste processo são repetidas pelo menos uma vez. Adicionalmente, o período de tempo pré-determinado pode ser ajustado para aumentar ou diminuir o período de tempo pré-determinado por qualquer quantidade, mas tipicamente pode ser ajustado por uma quantidade variando de cerca de 0,05 segundo a cerca de 5 segundos. Além disso, o período de tempo pré-determinado pode ser ajustado após a etapa (c) ser executada qualquer número de vezes, mas tipicamente pode ser ajustado repetido após a etapa (c) ser executada de cerca de 3 a cerca de 20 vezes.

[0041] Qualquer algoritmo ou combinação de algoritmos que são divulgados aqui podem ser empregados para ajustar o período de tempo pré-determinado. Quando usando dois detectores, o número de segundos a diminuir (x) e o número de segundos a aumentar (y) o período de tempo pré-determinado podem ser calculados por um algoritmo que considere somente um único detector ou ambos os detectores. Por exemplo, quando o período de tempo pré-determinado deve ser diminuído, o tempo de diminuição (x) pode ser calculado a partir de um algoritmo que considere somente o tempo de diminuição correspondente ditado por um algoritmo que considera respostas do segundo detector, mais alto, exatamente como qualquer aumento de tempo necessário (y) pode ser calculado a partir de um algoritmo que considera somente o tempo de diminuição ditado por um algoritmo que considera resposta do primeiro detector, mais baixo. Algoritmos mais complexos que consideram calcular (x) ou (y) por escalação das respostas de

detector para os detectores superior e inferior estão dentro do escopo desta divulgação.

[0042] De acordo com este aspecto do processo e aparelho divulgados, incorporando um segundo detector, tipicamente mais alto na linha de exaustão que o primeiro detector que está localizado somente várias polegadas a partir do topo do tanque de produto, controle mais preciso do nível de enchimento do tanque de produto pode ser obtido. Para fins de exemplo e similar ao método de detector único, usando um detector de resposta binária, um algoritmo de controle pode ser usado com o sistema de controle para ajustar o período de tempo pré-determinado para aumentar ou diminuir a proporção de ciclos de descarga nos quais o produto particulado sólido é detectado com o primeiro e segundo detectores. Por exemplo, usando este método e aparelho de dois detectores, o período de tempo pré-determinado pode ser ajustado tal que o produto particulado sólido seja detectado com o primeiro detector de cerca de 90% a cerca de 100% dos ciclos de descarga, e o produto particulado sólido seja detectado com o segundo detector de cerca de 0% a cerca de 10% dos ciclos de descarga. Em um outro aspecto, o período de tempo pré-determinado pode ser ajustado tal que o produto sólido seja detectado com o primeiro detector cerca de 100% dos ciclos de descarga, enquanto o produto particulado sólido seja detectado com o segundo detector cerca de 0% dos ciclos de descarga. O meio para fazer a exaustão do tanque de produto tipicamente é uma linha de exaustão; portanto, o segundo detector usualmente é situado para detectar produto de resina dentro da linha de exaustão, e o primeiro detector pode ser situado para detectar produto de resina dentro do tanque de

produto incluindo no topo do tanque de produto ou dentro da linha de exaustão. Tipicamente, o período de tempo pré-determinado é ajustado para otimizar a conservação de gás no reator.

[0043] Em um aspecto adicional, este processo divulgado pode ser usado em combinação com outro processo que tenha sido ou esteja correntemente sendo empregado para otimizar a performance do sistema de descarga de produto por outros meios. Por exemplo, a patente U.S. nº 6.255.411 descreve a otimização de um sistema de descarga do produto que é realizado ajustando a duração de cada etapa dentro de um ciclo complexo de tempo de descarga de produto. As alocações de tempo para as funções de interesse são determinadas pela sincronização das válvulas de abertura e fechamento, nas quais as válvulas são tipicamente controladas por um controlador digital, que é programado para seguir uma sequência específica. O tempo gasto em cada uma das etapas na sequência pode ser ajustado para prover uma taxa desejada de descarga do reator com perda mínima de gás do ciclo. A presente divulgação pode ser usada para otimizar o primeiro estágio de tal ciclo complexo de descarga de produto, otimizando e/ou maximizando o enchimento de resina em cada tanque de produto.

[0044] A figura 3 ilustra os tanques e controles de válvula para uma descrição diagramática do procedimento de remoção de produto de acordo com a patente U.S. nº 6.255.411, que é ilustrado usando tanques de produto duplos, mas pode ser adaptado para 3 ou mais tanques de produtos também.

[0045] O sistema de controle de descarga de produto da figura 3 pode ser utilizado em combinação com o sistema de

descarga de produto desta divulgação, que não é mostrado na figura 3. Com propósitos de explanação e ilustração da figura 3, todas as válvulas A, B, C, D, E, F, G, e H inicialmente são assumidas a estarem fechadas. Com propósitos de ilustração, a sequência de descarga de produto é iniciada por um sinal de controle abrindo a válvula B ou C. O produto sólido escoar do reator de pressão relativamente alta I para dentro do tanque J ou K, tendo uma pressão mais baixa, começando o movimento do produto particulado sólido através da série direita ou esquerda de válvulas e tanques, como representado, o qual também pode ser chamado o lado Leste e o lado Oeste. Os tanques J e K constituem os tanques de produto e os tanques L e M são tipicamente chamados tanques de purgação. Os tanques de produto J e K da figura 3 podem ser configurados usando o método de controle como divulgado aqui e ilustrado na figura 1 (mas não ilustrado na figura 3), para prover uma método de combinação altamente eficiente para otimizar a conservação de gases do reator que incluem monômero. Assim, o procedimento de manipulação de produto descrito abaixo o qual está relacionado com a figura 3 é executado enquanto o método divulgado acima para maximizar o nível de enchimento do tanque de produto como ilustrado na figura 1 é executado independentemente em ambos os tanques de produto J e K.

[0046] Assumindo que foi a válvula B que foi aberta para encher o tanque J com produto, o tanque J agora tem uma pressão aproximando-se daquela do reator I. A válvula B é agora fechada e a válvula A é aberta, permitindo as pressões nos tanques J e K se aproximarem do equilíbrio. A válvula A é então fechada e a válvula D é aberta, permitindo o material

sólido escoar a partir do tanque J, onde ele tinha sido depositado anteriormente pela operação da válvula B, para dentro do tanque L. Em adição a mover produto sólido, isto tende a equilibrar as pressões de gás nos tanques J e L. A válvula D é então fechada e a válvula E é aberta, permitindo as pressões nos tanques L e M se aproximarem do equilíbrio movendo gás do tanque L para o tanque M. A válvula E é então fechada e a válvula G é aberta, permitindo o sólido escoar a partir do tanque L para o silo de produto N ou outra destinação tendo uma pressão mais baixa, a qual pode ser um transportador tendo uma pressão controlada.

[0047] O ciclo de descarga completo no procedimento de remoção de produto da patente U.S. nº 6.255.411 como mostrado na figura 3 incluirá, após a descarga do produto, o movimento similar de volta de produto pelo lado oeste ou pelo lado leste, qualquer que tenha sido usado somente para equalização de pressão do gás durante as primeira cinco etapas. Portanto, após o sistema mover produto pelos tanques J e L como descrito, produto sólido adicional seria agora movido do reator I para o tanque K abrindo a válvula C, a válvula C seria então fechada e a válvula A seria aberta para permitir o tanque K se aproximar da equalização de pressão com o tanque J. A válvula A seria fechada e a válvula F aberta para fazer o produto escoar para dentro do tanque M, a válvula F é fechada e E aberta para fazer gás fluir para dentro do tanque L a partir do tanque M; a válvula E é então fechada e H é aberta para enviar produto para o destino P. Portanto existem etapas para cada uma das três etapas de movimento de produto de lado oeste e de lado leste com etapas de equalização de pressão entre a primeira e segunda, e a segunda e terceira.

[0048] Uma característica opcional mostrada em somente um lado do sistema de descarga de produto na figura 3 é um tubo 200 correndo entre o tanque de produto J e o tanque de purgação L. Usualmente a maior parte do produto se move bem prontamente porque seu movimento é auxiliado por uma diferença de pressão considerável. Quando o tanque L se aproxima de cheio, entretanto, e as pressões dos tanques se aproximam de iguais, o movimento do produto depende mais da gravidade, e o fluxo de gás pode tender a realmente se inverter à medida que o deslocamento de gás por produto se torna um efeito significativo. Neste ponto, a válvula 201 pode ser aberta e permitir gás deslocado fluir do tanque de purgação L para o tanque de produto J. Permitindo o gás deslocado fluir através da linha 200, produto sólido caindo do tanque J para o tanque L não tem que superar um contrafluxo de gás se movendo para cima a partir do tanque L, e o movimento do produto sólido será realizado mais cedo do que se ao contrário fosse o caso. É desejável não somente que o produto seja movido tão rapidamente quanto o equipamento permita, mas que o tanque de recepção seja tão cheio quanto possível. A operação da válvula 201 pode ser em resposta a um sinal representando uma diferença de pressão pré-determinada entre os tanques J e L. Uma linha e válvula similares podem ser corridos entre os tanques K e M, entre o reator I e o tanque K, e/ou entre o tanque J e o reator I. Tais linhas podem ser usadas em ambos os lados do sistema de descarga. Também, o movimento de produto sólido através da válvula G e/ou H pode ser auxiliado, particularmente próximo ao fim da operação, adicionando gás ao tanque L ou M a partir de uma

fonte tendo uma pressão mais alta que a pressão corrente no destino N ou P.

[0049] Portanto, de acordo com este aspecto desta divulgação, um método para remover um produto particulado sólido de um reator de leito fluidizado, o método compreendendo:

(a) prover múltiplas séries paralelas de tanques compreendendo um primeiro tanque de produto, um primeiro tanque de purgação, um segundo tanque de produto, e um segundo tanque de sopro, sendo que:

cada tanque de produto é conectado com o reator de leito fluidizado através de uma válvula de enchimento e compreende um meio para esvaziar e um meio para exaustão;

(ii) um detector é provido para cada tanque de produto para fornecer uma resposta quando um produto particulado sólido encher ou encher demais o tanque de produto até o nível do detector;

(iii) um sistema de controle é provido para cada tanque de produto em comunicação com o detector e a válvula de enchimento e capaz de controlar a válvula de enchimento;

(b) para uma série paralela de tanques, transferir o produto particulado sólido junto com o gás do reator para dentro do primeiro tanque de produto:

abrindo a válvula de enchimento por um período de tempo pré-determinado e transferindo o produto particulado sólido junto com gás do reator de leito fluidizado para dentro do primeiro tanque de produto;

(ii) após o período de tempo pré-determinado, fechar a válvula de enchimento e esvaziar o primeiro tanque de produto;

(c) enquanto executando (b), transferir produto particulado sólido do segundo tanque de produto para o segundo tanque de purgação;

(d) enquanto executando (b) e (c), transferir produto particulado sólido do primeiro tanque de purgação para um destino adicional tendo uma pressão mais baixa que o primeiro tanque de purgação;

(e) após executar (b), (c), e (d), passar gás do primeiro tanque de produto para o segundo tanque de produto;

(f) passar gás do segundo tanque de purgação para o primeiro tanque de purgação;

sendo que cada uma de (b), (c), (d), (e), e (f) são isoladas por válvulas fechadas a partir de qualquer um de o reator, os tanques de produto, e os tanques de purgação não necessários para a performance das mesmas;

(g) repetir as etapas (b)-(f) para cada série paralela remanescente de tanques;

(h) repetir as etapas (b)-(g) qualquer número de vezes e para cada tanque de produto calculando independentemente um ajuste desejado para o período de tempo pré-determinado usando um algoritmo de controle e pelo menos uma resposta de detector ou ausência da mesma para aquele tanque de produto, obtida enquanto executando a etapa (b) para aquele tanque de produto; e

(i) ajustar o período de tempo pré-determinado para cada tanque de produto independentemente pelo ajuste desejado usando o sistema de controle.

[0050] Quando usando detectores nos tanques e/ou linhas de exaustão que fornecem respostas em escala ou proporcionais à presença de resina sólida, as etapas de calcular um ajuste

desejado para o tempo pré-determinado e ajustar o período de tempo pré-determinado enquanto executando pelo menos um ciclo de descarga podem ser implementadas de acordo com um algoritmo de controle compreendendo as seguintes etapas:

selecionar um período de teste, t_{TESTE} , compreendendo tempo suficiente para executar pelo menos um ciclo de descarga;

(ii) selecionar um valor desejado de resposta do detector, R_{ALVO} , um valor mínimo aceitável de resposta do detector $R_{\text{MÍN}}$, e um valor máximo aceitável de resposta do detector $R_{\text{MÁX}}$;

(iii) selecionar um número de segundos a diminuir (x) e um número de segundos a aumentar (y) o período de tempo pré-determinado durante o qual a válvula de enchimento fica aberta;

(iv) para a duração do período de teste, calcular a resposta média do detector, R_{AVG} , seguindo cada ciclo de descarga;

(v) seguindo o último ciclo de descarga do período de teste, ajustar o período de tempo pré-determinado como segue:

se $R_{\text{AVG}} \geq R_{\text{MÁX}}$, diminuir o período de tempo pré-determinado em x segundos;

se $R_{\text{AVG}} \leq R_{\text{MÍN}}$, aumentar o período de tempo pré-determinado em y segundos; e

se $R_{\text{MÍN}} < R_{\text{AVG}} < R_{\text{MÁX}}$, não fazer ajuste do período de tempo pré-determinado;

(vi) repetir as etapas (iv) e (v) qualquer número de vezes; e

(vii) opcionalmente ajustar t_{TESTE} , R_{ALVO} , $R_{\text{MÍN}}$, $R_{\text{MÁX}}$, x, y, ou qualquer combinação dos mesmos após qualquer etapa (v) ou a qualquer momento durante um ciclo de teste.

[0051] O(s) particular(es) algoritmo(s) e ajuste(s) para os parâmetros t_{TESTE} , R_{ALVO} , $R_{\text{MÍN}}$, $R_{\text{MÁX}}$, x, e/ou y, incluem pelo menos aqueles algoritmos e ajustes que podem ser usados em

conjunção com o sistema de otimização de descarga em um único reator de tanque de produto.

[0052] Neste aspecto da presente divulgação, o número de séries paralelas de tanques que podem ser acomodados não está limitado ao método de descarga de gás de equilíbrio ou de detectar o nível de enchimento de resina no tanque de produto. Portanto, enquanto a figura 3 ilustra duas séries paralelas de tanques e as figs. 1 e 2 ilustram o método e aparelho para minimizar a perda do gás fluidizante em um único tanque de produto, duas ou mais séries paralelas de tanques são abrangidas por esta divulgação. Neste aspecto, 2, 3, 4, 5, 6, ou mais séries paralelas de tanques podem ser utilizadas.

[0053] O presente processo divulgado é ilustrado adicionalmente pelos exemplos seguintes, os quais não devem ser interpretados de qualquer modo como impondo limitações ao escopo do mesmo. Pelo contrário, deve ser entendido que recursos que podem ser considerados para vários outros aspectos, configurações, modificações, e equivalentes do mesmo, após ler a descrição aqui, podem se autossugerir para alguém de experiência na técnica sem se desviar do espírito da presente divulgação ou escopo das reivindicações anexas. Assim, outros aspectos deste processo e aparelho divulgados serão aparentes àqueles experientes na técnica a partir da consideração da especificação fornecida aqui.

[0054] A menos que indicado ao contrário, quando uma faixa de qualquer tipo é divulgada ou reivindicada, por exemplo uma faixa de distância ou comprimento, porcentagem ou frequência, número de ciclos de descarga, ou períodos de tempo, é intencionado divulgar ou reivindicar individualmente cada

número possível que tal faixa possa razoavelmente abranger, incluindo quaisquer subfaixas abrangidas por ela. Por exemplo, quando os Depositantes divulgam ou reivindicam um ajuste de tempo de cerca de 0,1 a cerca de 2 segundos, a intenção dos Depositantes é divulgar ou reivindicar individualmente cada número possível que tal faixa possa abranger, consistente com a divulgação aqui. Portanto, pela divulgação que um ajuste de tempo pode variar de cerca de 0,1 a cerca de 2 segundos, os Depositantes intencionam é citar que o ajuste de tempo pode ser cerca de 0,1, cerca de 0,2, cerca de 0,3, cerca de 0,4, cerca de 0,5, cerca de 0,6, cerca de 0,7, cerca de 0,8, cerca de 0,9, cerca de 1,0, cerca de 1,1, cerca de 1,2, cerca de 1,3, cerca de 1,4, cerca de 1,5, cerca de 1,6, cerca de 1,7, cerca de 1,8, cerca de 1,9, ou cerca de 2,0 segundos, incluindo quaisquer faixas, subfaixas, ou combinações das mesmas entre quaisquer tempos divulgados. Consequentemente, os Depositantes se reservam o direito de ressaltar ou excluir quaisquer membros individuais de qualquer tal grupo, incluindo quaisquer subfaixas ou combinações de subfaixas dentro do grupo, que possam ser reivindicados de acordo com uma faixa ou de qualquer maneira similar, se por qualquer razão os Depositantes escolherem reivindicar menos que a medida completa da divulgação, por exemplo, para levar em conta uma referência que os Depositantes não estejam cientes no momento do depósito do pedido de patente.

[0055] Todas as publicações e patentes mencionadas na divulgação são incorporadas aqui por referência em suas totalidades, com o propósito de descrever e divulgar, por exemplo, as construções e metodologias que são descritas nas

publicações, as quais podem ser usadas em conexão com o processo e aparelho presentemente descritos. As publicações discutidas acima e ao longo de todo o texto são fornecidas unicamente para sua divulgação antes da data de depósito do presente pedido de patente. Nada aqui deve ser interpretado como uma admissão que os inventores não têm direito de antecipar tal divulgação em virtude de invenção anterior. Caso a utilização ou terminologia usada em qualquer referência que é incorporada por referência conflita com a utilização ou terminologia nesta divulgação, a utilização e terminologia desta divulgação prevalecem. O Resumo da divulgação é fornecido aqui para satisfazer os requisitos do 37 C.F.R. § 1.72 e o propósito registrado no 37 C.F.R. § 1.72(b) "para permitir o Escritório de Patentes e Marcas Registradas dos Estados Unidos e o público geralmente determinar rapidamente a partir de uma inspeção rápida a natureza e fundamento da divulgação técnica." O Resumo não é intencionado a ser usado para interpretar o escopo das reivindicações anexas ou para limitar a matéria em questão divulgada aqui. Qualquer uso do passado para descrever um exemplo a menos que indicado todavia como construtivo ou profético não é intencionado a refletir que o exemplo construtivo ou profético foi realmente executado.

EXEMPLOS

Exemplos 1-5

[0056] Sequência de descarga usando um detector de resposta em escala e algoritmo

[0057] Como ilustrado na figura 1, um medidor de densidade de detector nuclear de ponto único foi instalado na seção inferior da exaustão do tanque (linha-G) aproximadamente 8-10

polegadas a partir do topo do tanque de produto. Um sistema de controle foi instalado tal que ele estivesse em comunicação com o detector e a válvula de enchimento do tanque de produto. O controlador foi programado com os seguintes parâmetros: t_{TESTE} , R_{ALVO} , $R_{\text{MÍN}}$, $R_{\text{MÁX}}$, x , e y , onde t_{TESTE} é o período de teste e é tempo suficiente para executar pelo menos um ciclo de descarga; R_{ALVO} é o valor desejado da resposta do detector, o qual neste exemplo é uma densidade pico $\rho_{(\text{PICO})}$; $R_{\text{MÍN}}$ é o valor mínimo aceitável da resposta do detector ou $\rho_{(\text{MÍN})}$; $R_{\text{MÁX}}$ é o valor máximo aceitável da resposta do detector ou $\rho_{(\text{MÁX})}$ e $\rho_{(\text{MÁX})}$ define uma "faixa morta" dentro da qual ajustes para o tempo pré-determinado tipicamente não serão feitos, x é o número de segundos a diminuir do período de tempo pré-determinado durante o qual a válvula de enchimento fica aberta; e y é o número de segundos a aumentar o período de tempo pré-determinado durante o qual a válvula de enchimento fica aberta. O Exemplo 1 são parâmetros reais que foram usados na prática, e os Exemplos 2-5 são exemplos construtivos.

[0058] A descarga foi executada do modo usual, exceto que o ajuste do período de tempo pré-determinado enquanto executando pelo menos um ciclo de descarga foi implementado de acordo com um algoritmo de controle compreendendo as seguintes etapas. Usando um t_{TESTE} de uma hora, para a duração do período de teste, a resposta média do detector, R_{AVG} , foi calculada seguindo cada ciclo de descarga. Após o ciclo de descarga final do período de teste, o ajuste para o período de tempo pré-determinado foi calculado como segue:

(A) se $R_{\text{AVG}} \geq R_{\text{MÁX}}$, diminuir o período de tempo pré-determinado em x segundos;

(B) se $R_{AVG} \leq R_{MÍN}$, aumentar o período de tempo pré-determinado em y segundos; e

(C) se $R_{MÍN} < R_{AVG} < R_{MÁX}$, não fazer ajuste do período de tempo pré-determinado.

[0059] O processo foi repetido para períodos de teste adicionais. Os valores típicos ou de amostra de t_{TESTE} , R_{ALVO} , $R_{MÍN}$, $R_{MÁX}$, x e y são ilustrados na Tabela 1.

[0060] Tabela 1. Exemplos reais e construtivos de exemplos de descarga de produto usando um detector de resposta em escala e algoritmo

Exemplo	t_{TESTE}	R_{ALVO} $\rho_{(PICO)}$	$R_{MÍN}$ $\rho_{(MÍN)}$	$R_{MÁX}$ $\rho_{(MÁX)}$	x (s)	y (s)
1	1 h	0,5	0,3	0,7	1	0,5
2 (constr.)	0,5 h	0,60	0,45	0,75	0,7	0,5
3 (constr.)	1 h	1,0	1,1	0,9	0,5	0,2 para 1ª 0,5 hora, então a seguir 0,4
4 (constr.)	0,25 h para 1ª hora então a seguir 1 h	0,5	0,4	0,6	0,5	0,5
5 (constr.)	0,5 h para a 1ª hora, então a seguir 0,75 h	0,5	0,3	0,7	0,4	0,2 para 1ª hora, então a seguir 0,4

Exemplo 6

[0061] Exemplo construtivo de sequência de descarga usando um algoritmo de resposta binária

[0062] Como divulgado, uma estratégia de algoritmo de resposta binária pode ser empregada usando um detector de resposta em escala ou proporcional, no qual somente uma resposta "sim-não" é alimentada no algoritmo.

[0063] Como ilustrado na figura 1, um medidor de densidade de detector nuclear de ponto único pode ser instalado na seção mais baixa da exaustão do tanque (linha G)

aproximadamente 8-10 polegadas a partir do topo do tanque de produto. Um sistema de controle contendo lógica que leva em conta o número de vezes em um dado período de tempo (por exemplo, 1 hora) que a resina enche a câmara de produto alto o suficiente para alcançar o medidor de densidade nuclear e fornecer uma densidade pico pode ser instalado tal que ele esteja em comunicação com o detector e a válvula de enchimento de tanque de produto. Assim, embora uma resposta proporcional possa ser obtida do medidor de densidade de detector nuclear, somente a resposta binária que o sólido de resina, é, ou não é, detectado no nível do detector pode ser usada. O controlador pode ser programado tal que se o medidor de densidade detectou resina em $\alpha\%$ das descargas totais de resina para o período de tempo anterior, sendo que tipicamente $1 < \alpha < 990$, então o controlador diminuiu o tempo de abertura da válvula de enchimento em um intervalo de tempo de β segundos, sendo que tipicamente $0,1 < \beta < 2,0$ segundos. A diminuição do tempo de enchimento permitiu menos tempo para o enchimento do tanque e um nível de tanque pico médio mais baixo. O sistema de controle também pode ser programado tal que se o medidor de densidade não detectou produto em $\gamma\%$ das descargas totais de resina para o período de tempo anterior, sendo que tipicamente $1 < \gamma < 90$ e o período de tempo foi 1 hora, então o controlador aumentou o enchimento do tanque aumentando o tempo de abertura da válvula em δ segundos, sendo que tipicamente $0,1 < \delta < 2,0$ segundos.

[0064] Em um outro aspecto, os parâmetros β e δ que são parâmetros de tempo nas operações descritas acima, podem ser

uma função de (por exemplo, proporcionais a) o erro a partir do nível de enchimento desejado.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para remover um produto particulado sólido de um reator de leito fluidizado, caracterizado pelo fato de compreender:

(a) prover:

(i) um tanque de produto conectado com um reator de leito fluidizado através de uma válvula de enchimento e compreendendo um meio para esvaziamento e um meio para exaustão;

(ii) um detector que fornece uma resposta quando um produto particulado sólido enche ou enche demais o tanque de produto até o nível do detector; e

(iii) um sistema de controle em comunicação com o detector e a válvula de enchimento e capaz de controlar a válvula de enchimento;

(b) executar pelo menos um ciclo de descarga compreendendo:

(i) abrir a válvula de enchimento por um período de tempo pré-determinado e transferir o produto particulado sólido junto com gás do reator de leito fluidizado para dentro do tanque de produto; e

(ii) após o período de tempo pré-determinado, fechar a válvula de enchimento e esvaziar o tanque de produto;

(c) enquanto executando a etapa (b), calcular o ajuste desejado para o período de tempo pré-determinado usando um algoritmo de controle e pelo menos uma resposta do detector ou ausência da mesma obtida enquanto executando pelo menos um ciclo de descarga; e

(d) ajustar o período de tempo pré-determinado pelo ajuste desejado usando o sistema de controle.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado

pelo fato de as etapas (c) e (d) serem implementadas de acordo com um algoritmo de controle compreendendo as seguintes etapas:

(i) selecionar um período de teste, t_{TESTE} , compreendendo tempo suficiente para executar pelo menos um ciclo de descarga,

(ii) selecionar um valor desejado de resposta do detector, R_{ALVO} , um valor mínimo aceitável de resposta do detector, $R_{\text{MÍN}}$, e um valor máximo aceitável de resposta do detector, $R_{\text{MÁX}}$;

(iii) selecionar um número de segundos a diminuir (x) e um número de segundos a aumentar (y) o período de tempo pré-determinado durante o qual a válvula de enchimento fica aberta;

(iv) para a duração do período de teste, calcular a resposta média do detector, R_{AVG} , seguindo cada ciclo de descarga;

(v) seguindo o último ciclo de descarga do período de teste, ajustar o período de tempo pré-determinado como segue:

(A) se $R_{\text{AVG}} \geq R_{\text{MÁX}}$, diminuir o período de tempo pré-determinado em x segundos;

(B) se $R_{\text{AVG}} \leq R_{\text{MÍN}}$, aumentar o período de tempo pré-determinado em y segundos; e

(C) se $R_{\text{MÍN}} < R_{\text{AVG}} < R_{\text{MÁX}}$, não fazer ajuste do período de tempo pré-determinado;

(vi) repetir as etapas (iv) e (v) qualquer número de vezes; e

(vii) opcionalmente ajustar t_{TESTE} , R_{ALVO} , $R_{\text{MÍN}}$, $R_{\text{MÁX}}$, x, y, ou qualquer combinação dos mesmos após qualquer etapa (v) ou a qualquer momento durante um ciclo de teste.

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de o valor desejado de resposta do detector, R_{ALVO} , ser um valor pico de densidade de medidor, $\rho_{(\text{PICO})}$, obtido a

partir de uma medição de medidor de densidade nuclear.

4. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de $x > y$.

5. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de t_{TESTE} ser ajustado para cima em pelo menos um instante com a repetição as etapas (iv) e (v).

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de as etapas (c) e (d) serem implementadas de acordo com um algoritmo de controle compreendendo as seguintes etapas:

(i) selecionar um período de teste, t_{TESTE} , compreendendo tempo suficiente para executar pelo menos um ciclo de descarga;

(ii) selecionar uma porcentagem desejada de ciclos de descarga, $\text{Porcentagem}_{(\text{ALVO})}$, na qual o produto particulado sólido é detectado com o detector;

(iii) selecionar um número de segundos a diminuir (x) e um número de segundos a aumentar (y) o período de tempo pré-determinado durante o qual a válvula de enchimento fica aberta;

(iv) para a duração do período de teste, calcular a porcentagem de ciclos de descarga, $\text{Porcentagem}_{(\text{OBS})}$, na qual o produto particulado sólido é detectado com o detector;

(v) seguindo o último ciclo de descarga do período de teste, ajustar o período de tempo pré-determinado como segue:

(A) se $\text{Porcentagem}_{(\text{OBS})} > \text{Porcentagem}_{(\text{ALVO})}$, diminuir o período de tempo pré-determinado em x segundos;

(B) se $\text{Porcentagem}_{(\text{OBS})} < \text{Porcentagem}_{(\text{ALVO})}$, aumentar o período de tempo pré-determinado em y segundos; e

(C) se $\text{Porcentagem}_{(\text{OBS})} = \text{Porcentagem}_{(\text{ALVO})}$, não fazer ajuste do

período de tempo pré-determinado;

(vi) repetir as etapas (iv) e (v) qualquer número de vezes; e
(vii) opcionalmente ajustar t_{TESTE} , Porcentagem_(ALVO), x , y , ou qualquer combinação dos mesmos após qualquer etapa (v) ou a qualquer momento durante um ciclo de teste.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o período de tempo pré-determinado ser ajustado para otimizar a conservação de gás no reator de leito fluidizado.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o meio para fazer a exaustão do tanque de produto ser uma linha de exaustão, e sendo que o detector é capaz de detectar o produto particulado sólido dentro da linha de exaustão.

9. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o detector ser um medidor de densidade nuclear, uma sonda de capacitância, um sensor fotoelétrico, um medidor de densidade ótico, um sensor de pressão diferencial, um sensor acústico, ou uma sonda vibratória.

10. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de as etapas (b) a (d) serem repetidas pelo menos uma vez.

11. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

dentro da etapa (c), determinar adicionalmente:

(i) o tempo entre ciclos de descarga, e

(ii) o número de ciclos de descarga dentro de um período de tempo conhecido; e

dentro da etapa (d) usar adicionalmente o algoritmo de controle e o sistema de controle para ajustar o período de

tempo pré-determinado, o tempo entre ciclos de descarga, o número de ciclos de descarga dentro de um período de tempo conhecido, ou qualquer combinação dos mesmos, para otimizar a conservação de gás no reator.

12. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o ajuste desejado para o período de tempo pré-determinado aumentar ou diminuir o período de tempo pré-determinado em cerca de 0,05 segundo a cerca de 5 segundos.

13. Método para remover um produto particulado sólido de um reator de leito fluidizado, caracterizado pelo fato de compreender:

(a) prover:

(i) um tanque de produto conectado com um reator de leito fluidizado através de uma válvula de enchimento e compreendendo um meio para esvaziar e um meio para exaustão;

(ii) um primeiro detector que fornece uma resposta quando um produto particulado sólido enche ou enche demais o tanque de produto até um primeiro nível;

(iii) um segundo detector que fornece uma resposta quando um produto particulado sólido enche ou enche demais o tanque de produto até um segundo nível que é mais alto que o primeiro nível; e

(iv) um sistema de controle em comunicação com o detector e a válvula de enchimento e capaz de controlar a válvula de enchimento;

(b) executar pelo menos um ciclo de descarga compreendendo:

(i) abrir a válvula de enchimento por um período de tempo pré-determinado e transferir o produto particulado sólido junto com gás do reator de leito fluidizado para dentro do tanque de produto; e

(ii) após o período de tempo pré-determinado, fechar a válvula de enchimento e esvaziar o tanque de produto;

(c) enquanto executando a etapa (b), calcular um ajuste desejado para o período de tempo pré-determinado usando um algoritmo de controle e pelo menos uma resposta de detector ou ausência da mesma a partir do primeiro detector, do segundo detector, ou ambos, obtida enquanto executando pelo menos um ciclo de descarga; e

(d) ajustar o período de tempo pré-determinado pelo ajuste desejado usando o sistema de controle.

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de o período de tempo pré-determinado ser ajustado tal que o produto particulado sólido seja detectado com o primeiro detector a partir de cerca de 90% a cerca de 100% dos ciclos de descarga, e o produto particulado sólido seja detectado com o segundo detector a partir de cerca de 0% até cerca de 10% dos ciclos de descarga.

15. Método, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de o período de tempo pré-determinado ser ajustado para otimizar a conservação de gás no reator.

16. Método, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de o meio para fazer a exaustão do tanque de produto ser uma linha de exaustão, o segundo detector ser capaz de detectar o produto particulado sólido dentro da linha de exaustão, e opcionalmente, o primeiro detector ser capaz de detectar o produto particulado sólido dentro da linha de exaustão.

17. Método, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de o detector ser um medidor de densidade nuclear, uma sonda de capacitância, um sensor fotoelétrico, um medidor

de densidade ótica, um sensor de pressão diferencial, um sensor acústico, ou uma sonda vibratória.

18. Método, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de as etapas (b) a (d) serem repetidas pelo menos uma vez.

19. Método, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de o ajuste desejado ao período de tempo pré-determinado aumentar ou diminuir o período de tempo pré-determinado em cerca de 0,05 segundo a cerca de 5 segundos.

20. Método, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de o período de tempo pré-determinado ajustado após a etapa (c) ser repetido de cerca de 3 a cerca de 20 vezes.

21. Método para remover produto particulado sólido de um reator de leito fluidizado, caracterizado pelo fato de compreender:

(a) prover múltiplas séries paralelas de tanques compreendendo um primeiro tanque de produto, um primeiro tanque de purgação, um segundo tanque de produto, e um segundo tanque de purgação, sendo que:

(i) cada tanque de produto é conectado com o reator de leito fluidizado através de uma válvula de enchimento e compreende meios para esvaziar e meios para exaustão;

(ii) um detector ser provido para cada tanque de produto para fornecer uma resposta quando um produto particulado sólido encher ou encher demais o tanque de produto até o nível do detector; e

(iii) um sistema de controle ser provido para cada tanque de produto em comunicação com o detector e a válvula de enchimento e capaz de controlar a válvula de enchimento;

(b) para uma série paralela de tanques, transferir o produto

particulado sólido junto com o gás do reator para dentro do primeiro tanque de produto:

(i) abrindo a válvula de enchimento por um período de tempo pré-determinado e transferir o produto particulado sólido junto com gás do reator de leito fluidizado para dentro do primeiro tanque de produto;

(ii) após o período de tempo pré-determinado, fechar a válvula de enchimento e esvaziar o primeiro tanque de produto;

(c) enquanto executando (b), transferir produto particulado sólido do segundo tanque de produto para o segundo tanque de purgação;

(d) enquanto executando (b) e (c), transferir o produto particulado sólido do primeiro tanque de purgação para um destino adicional tendo uma pressão mais baixa que o primeiro tanque de purgação;

(e) após executar (b), (c), e (d), passar gás do primeiro tanque de produto para o segundo tanque de produto;

(f) passar gás do segundo tanque de purgação para o primeiro tanque de purgação;

sendo que cada uma de (b), (c), (d), (e), e (f) são isoladas por válvulas fechadas a partir de qualquer um de o reator, os tanques de produto, e os tanques de purgação não necessários para a performance dos mesmas;

(g) repetir as etapas (b)-(f) para cada série paralela restante de tanques;

(h) repetir as etapas (b)-(g) qualquer número de vezes e para cada tanque de produto calculando independentemente um ajuste desejado para o período de tempo pré-determinado usando um algoritmo de controle e pelo menos uma resposta de detector

ou ausência da mesma para aquele tanque de produto, obtida enquanto executando a etapa (b) para aquele tanque de produto; e

22. Método, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de as etapas (h) e (i) serem implementadas para cada tanque de produto independentemente de acordo com um algoritmo de controle compreendendo as seguintes etapas:

(i) selecionar um período de teste, t_{TESTE} , compreendendo tempo suficiente para executar pelo menos um ciclo de descarga;

(ii) selecionar um valor desejado de resposta do detector, R_{ALVO} , um valor mínimo aceitável de resposta do detector $R_{\text{MÍN}}$, e um valor máximo aceitável de resposta do detector $R_{\text{MÁX}}$;

(iii) selecionar um número de segundos a diminuir (x) e um número de segundos a aumentar (y) o período de tempo pré-determinado durante o qual a válvula de enchimento fica aberta;

(iv) para a duração do período de teste, calcular a resposta média do detector, R_{AVG} , seguindo cada ciclo de descarga;

(v) seguindo o último ciclo de descarga do período de teste, ajustar o período de tempo pré-determinado como segue:

(A) se $R_{\text{AVG}} \geq R_{\text{MÁX}}$, diminuir o período de tempo pré-determinado em x segundos;

(B) se $R_{\text{AVG}} \leq R_{\text{MÍN}}$, aumentar o período de tempo pré-determinado em y segundos; e

(C) se $R_{\text{MÍN}} < R_{\text{AVG}} < R_{\text{MÁX}}$, não fazer ajuste do período de tempo pré-determinado;

(vi) repetir as etapas (iv) e (v) qualquer número de vezes; e

(vii) opcionalmente ajustar t_{TESTE} , R_{ALVO} , $R_{\text{MÁX}}$, x, y, ou qualquer combinação dos mesmos após qualquer etapa (v) ou a

qualquer momento durante um ciclo de teste.

23. Método, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de o valor desejado de resposta do detector, R_{ALVO} ser um valor de pico do medidor de densidade, $\rho_{(PICO)}$, obtido a partir de uma medição de medidor de densidade nuclear.

24. Método, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de $x > y$.

25. Método, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de t_{TESTE} ser ajustado para cima pelo menos uma vez ao repetir as etapas (iv) e (v).

26. Método, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de 2, 3, 4, 5, ou 6 séries paralelas de tanques serem providas.

27. Método, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de o período de tempo pré-determinado ser ajustado para otimizar a conservação de gás no reator de leito fluidizado.

28. Método, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de o algoritmo de controle e o sistema de controle ajustarem adicionalmente o tempo entre cada ciclo de descarga, os parâmetros do reator, ou uma combinação dos mesmos.

29. Método, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de o detector ser um medidor de densidade nuclear, uma sonda de capacitância, um sensor fotoelétrico, um medidor de densidade ótico, um sensor de pressão diferencial, um sensor acústico, ou uma sonda vibratória.

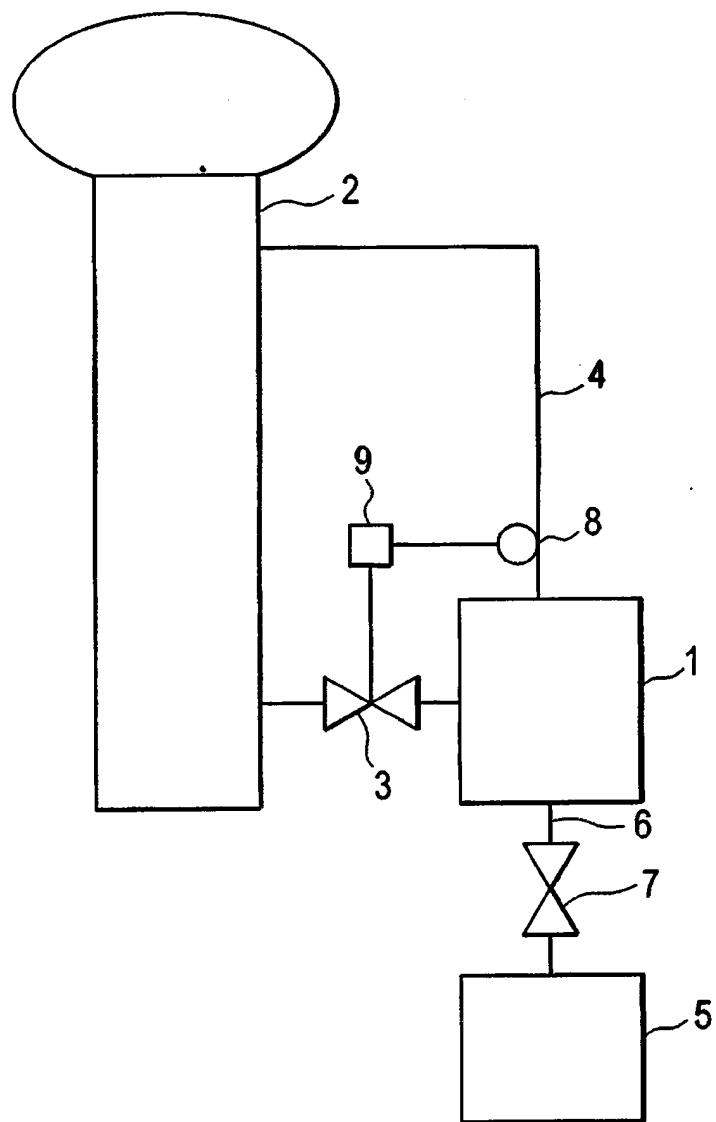


FIG.1

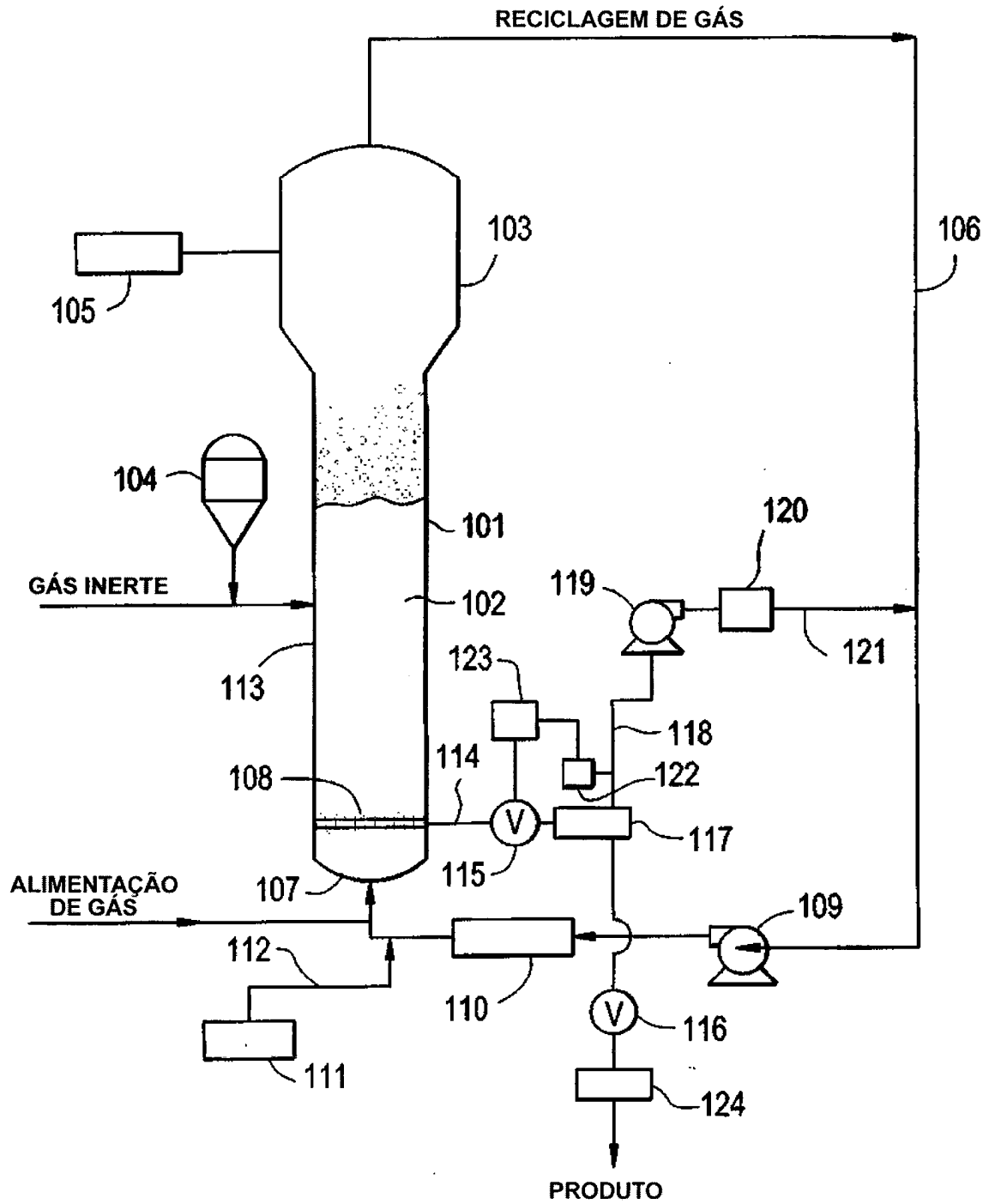


FIG.2

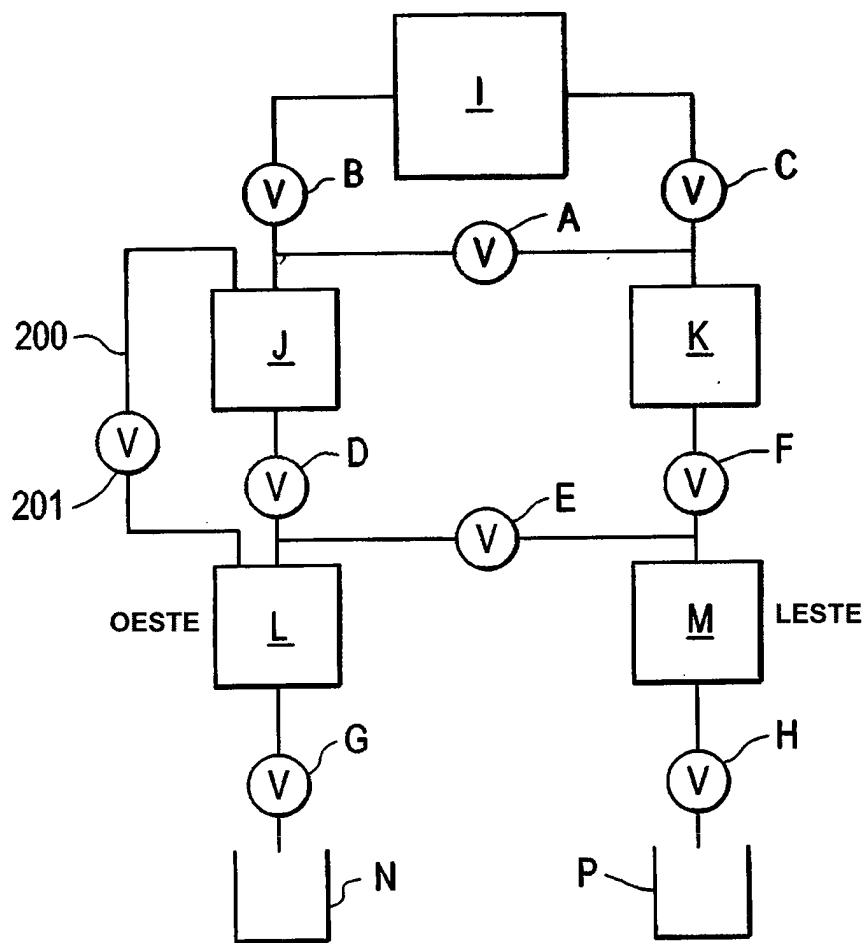


FIG.3