



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

(21) PI 0719119-7 A2



(22) Data de Depósito: 13/11/2007
(43) Data da Publicação: 10/12/2013
(RPI 2240)

(51) Int.Cl.:
F27B 15/00

(54) Título: SISTEMA PARA A FLUIDIZAÇÃO DE
PARTÍCULAS SÓLIDS INCLUINDO UM ORIFÍCIO DE
DESCARGA NOVO PARA RECIPIENTE

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 20/11/2006 US 60/860,166

(73) Titular(es): Univation Technologies, LLC

(72) Inventor(es): David F. Hussein, Marc L. Dechellis, Mark B.
Davis, Robert O. Hagerty

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler &
Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT US2007023750 de
13/11/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/063463de
29/05/2008

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"SISTEMA PARA A FLUIDIZAÇÃO DE PARTÍCULAS SÓLIDAS INCLUINDO UM ORIFÍCIO DE DESCARGA NOVO PARA RECIPIENTE"**.

REFERÊNCIA CRUZADA COM PEDIDO RELACIONADO

5 O presente pedido reivindica a benefício do Pedido N. de Série 60/860.166, depositado em 20 de novembro de 2006, cuja apresentação encontra-se aqui incorporada a título de referência.

CAMPO DA INVENÇÃO

10 A presente invenção refere-se, de modo geral, a sistemas de leito fluidizado e, em particular, a sistemas de leito de fase gasosa com reduzido arrasto de sólidos no fluxo de reciclagem.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

15 A fluidização de sólidos envolve a "suspensão" de um leito de partículas sólidas em um fluxo de gás que passa em um sentido ascendente através do leito de fluidização. Os recipientes de leito fluidizado são utilizados em uma variedade de processos, por exemplo, nos processos de quebra e polimerização de olefinas. Um dos métodos mais econômicos e comumente utilizados para a fabricação de polímeros é a polimerização de fase gasosa utilizando um reator de leito fluidizado.

20 Geralmente, em um processo de leito fluidizado de fase gasosa para a produção de polímeros a partir de monômeros, um fluxo gasoso contendo um ou mais monômeros é continuamente passada por um leito fluidizado sob condições reativas, na presença de um catalisador. Este fluxo gasoso é retirado do leito fluidizado e reciclado de volta para o reator. Simultaneamente, o produto de polímero é retirado do reator e um novo monômero
25 é adicionado para substituir o monômero polimerizado. O fluxo de gás de reciclagem é aquecido no reator pelo calor da polimerização. Este calor é retirado em um outro momento do ciclo através de um sistema de refrigeração externo ao reator.

30 Entende-se que a quantidade de polímero produzida em um processo de polimerização de leito fluidizado está diretamente relacionada à quantidade de calor que pode ser retirada da zona de reação do leito fluidi-

zado, uma vez que o calor exotérmico gerado pela reação é diretamente proporcional à taxa de produção de polímero. Em uma operação de estado estacionário do processo de reação, a remoção da taxa de calor do leito fluidizado deve ser igual à taxa da taxa de geração de calor, de modo que a
5 temperatura do leito permaneça constante. Em termos convencionais, o calor tem sido retirado do leito fluidizado por meio do arrefecimento do fluxo de gás de reciclagem em um trocador de calor externo ao reator.

A exigência de um processo de leito fluidizado é que a velocidade do fluxo do ciclo gasoso seja suficiente para manter a zona de reação em um estado fluidizado. Em um processo de polimerização de leito fluidizado
10 convencional, a quantidade de fluido circulado para remover o calor de polimerização é maior do que a quantidade de fluido necessária para suportar o leito fluidizado e para uma mistura adequada dos sólidos no leito fluidizado. Este excesso de velocidade provê um fluxo de gás adicional para o (e atra-
15 vés do) leito fluido para uma capacidade maior de resfriamento e uma mistura mais intensa do leito do reator. No entanto, para evitar o excessivo arrastamento de sólidos em um fluxo gasoso retirado do leito fluidizado, a velocidade do fluxo gasoso deve ser regulada.

Um reator de leito fluidizado de fase gasosa convencional que é
20 utilizado na polimerização de olefinas e/ou diolefinas contém uma fase densa de leito fluidizado e um bordo livre acima da superfície de fase densa (nível do leito). O bordo livre contém principalmente gás e uma pequena quantidade de partículas, especialmente as partículas finas (pó de minério). O leito de fase densa é geralmente, mas nem sempre, mantida em uma seção
25 reta cilíndrica do reator. A seção de bordo livre fica acima do leito de fase densa. A seção de bordo livre (ou seção de separação) muitas vezes tem um diâmetro maior, a assim chamada seção expandida, a fim de reduzir a velocidade do gás com a finalidade de diminuir a quantidade de pós de minério carregada para fora do reator para outras partes do sistema de reação.
30 A seção expandida tipicamente consiste em uma seção cônica afunilada e uma cabeça de topo hemisférica do reator. Um orifício de descarga do reator se localiza na parte superior da cabeça de topo hemisférica.

Durante a operação do reator, uma mistura de gás é removida para fora do topo do recipiente de leito fluidizado através de um orifício de descarga localizado na cabeça de topo do recipiente de leito fluidizado. A mistura de gás circula de volta para a entrada do recipiente de leito fluidizado através de um ciclo de regeneração ou linha de reciclagem. O ciclo de regeneração inclui outros equipamentos essenciais para a operação do processo de leito fluidizado, tais como os compressores ou bombas de reciclagem, e os refrigeradores de reciclagem. Quando a mistura de gás sai do topo do recipiente de leito fluidizado, os pós de minério presentes na seção de separação, particularmente os pós de minério próximos ao orifício de descarga do reator, podem ser arrastados com a mistura de gases e circulados através do ciclo de regeneração com o fluxo de reciclagem. O fluxo de reciclagem sai pelo orifício de descarga do reator, passa por qualquer equipamento do ciclo de regeneração, e volta a entrar no reator perto do fundo do recipiente de leito fluidizado. Depois de re-entrar no recipiente de leito fluidizado, o gás de reciclagem ou fluxo de gás/líquido normalmente passa por uma placa distribuidora de gás e volta para o leito fluidizado.

Os pós de minério arrastados no ciclo de regeneração podem ficar alojados no equipamento do ciclo de regeneração, como no compressor de reciclagem ou no refrigerador de reciclagem, causando diversos problemas operacionais e de qualidade. Tais pós de minério promovem um indesejável crescimento de polímeros e incrustações de superfícies na tubulação do ciclo, no refrigerador do ciclo, no compressor, na cabeça do reator inferior, e na placa distribuidora, resultando em uma indesejável paralisação do reator para a limpeza do sistema. As partículas aderidas no sistema de reciclagem podem continuar a se polimerizar ao longo do tempo sob diferentes condições de processo a partir do leito fluidizado, formando polímeros de propriedades significativamente diferentes, tais como peso molecular, densidade, e distribuição de peso molecular, a partir daquele leito fluidizado. Algumas partículas são eventualmente liberadas das superfícies do sistema de reciclagem e são transportadas pelo fluido de reciclagem (fluxo de reciclagem) de volta para o leito fluidizado. Essas partículas contaminam e afetam

negativamente as propriedades dos produtos de polímero, tais como pelo aumento do nível de gel nos produtos finais, por exemplo, nos recipientes plásticos e filmes. Além disso, os pós de minério podem fazer com que o refrigerador de reciclagem ou a placa distribuidora se entupa lentamente, ocasionando diversos problemas de funcionamento. O entupimento dos equipamentos de reciclagem ou da placa distribuidora pode resultar em periódicas paralisações do reator a fim de remover os pós de minério acumulados. Quando um reator é parado para limpeza, o tempo da operação é tempo perdido, além do custo da limpeza em si.

Vários sistemas têm sido utilizados para tentar ou impedir que os pós de minério saiam do topo do recipiente de leito fluidizado. A Patente U.S. N. 5.382.638 discute o uso de ciclones para tentar ou separar os pós de minério a partir do fluxo de reciclagem. A Patente U.S. N. 4.588.790 mostra um processo no qual uma seção expandida é o único dispositivo utilizado para separar o pó de minério da mistura de gases antes de a mistura de gás atingir o orifício de descarga do recipiente de leito fluidizado. Outros métodos para a resolução dos problemas com o pó de minério em um ciclo de regeneração incluem a formulação do catalisador, conforme apresentado na Patente U.S. N. 4.383.095, no sentido de minimizar os pós de minério produzidos no processo, e o envenenamento dos pós de minério do catalisador no ciclo de regeneração, como divulgado na Patente U.S. N. 6.180.729. Outras referências antecedentes incluem a Patente U.S. N. 3.089.824, a Patente JP 59 052524, a Patente DE 197 44 710, e a Patente FR 2 764 207.

No entanto, existe ainda a necessidade de se reduzir ainda mais a quantidade de partículas sólidas que saem de um recipiente de leito fluidizado. Em particular, existe a necessidade de se reduzir a quantidade de polímero e de pós de minério do catalisador que sai do topo de um reator de polimerização de leito fluidizado de fase gasosa.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Em uma modalidade, a presente invenção provê um sistema para a fluidização de partículas sólidas com uma quantidade reduzida de partículas sólidas que saem do topo do recipiente de leito fluidizado. Em outra

modalidade, o sistema de leito fluidizado compreende: um recipiente de leito fluidizado; uma seção de leito fluidizado no recipiente de leito fluidizado; uma seção de separação acima da seção de leito fluidizado, sendo que seção de separação compreende uma cabeça de topo; uma linha de reciclagem em comunicação fluida com a seção de separação, e um orifício de descarga afunilado compreendendo uma primeira extremidade de orifício de descarga ligada à cabeça de topo, e uma segunda extremidade de orifício de descarga ligada à linha de reciclagem.

Em ainda uma outra modalidade, a primeira seção transversal de orifício de descarga da primeira extremidade de orifício de descarga é de pelo menos cerca de 1,2 vezes a segunda seção transversal de orifício de descarga da segunda extremidade de orifício de descarga, enquanto que, em uma outra modalidade, a primeira seção transversal de orifício de descarga é de pelo menos cerca de 2,0 vezes a segunda seção transversal de orifício de descarga, e ainda em uma outra modalidade da primeira seção transversal de orifício de descarga é de pelo menos cerca de 3,0 vezes a segunda seção transversal de orifício de descarga.

Em ainda uma outra modalidade, a primeira seção transversal de orifício de descarga é de pelo menos cerca de 0,15 vezes uma seção transversal máxima da seção de separação, enquanto que, em uma outra modalidade, a primeira seção transversal de orifício de descarga é de pelo menos cerca de 0,25 vezes uma seção transversal máxima de seção de separação e, em ainda uma outra modalidade, a primeira seção transversal de orifício de descarga é de pelo menos cerca de 0,35 vezes uma seção transversal máxima de seção de separação.

Em qualquer uma das modalidades aqui descritas, uma seção de transição do orifício de descarga afunilado é em forma de cone truncado, enquanto, em uma outra modalidade, o orifício de descarga afunilado é em forma de cone parabólico.

Em uma classe de modalidades, a presente invenção também provê um método de fluidização de sólidos compreendendo as etapas de: prover um sistema de leito fluidizado, no qual o sistema de leito fluidizado

inclui um recipiente de leito fluidizado, uma seção de leito fluidizado no recipiente de leito fluidizado, uma seção de separação acima da seção de leito fluidizado, sendo que a seção de separação compreende uma cabeça de topo, uma linha de reciclagem em comunicação fluida com a seção de separação, e um orifício de descarga afunilado compreendendo uma primeira extremidade de orifício de descarga ligada à cabeça de topo, e uma segunda extremidade de orifício de descarga ligada à linha de reciclagem; fluidizar um leito compreendendo uma pluralidade de partículas sólidas na seção de leito fluidizado; e remover um fluxo de reciclagem do recipiente de leito fluidizado através do orifício de descarga afunilado. Nesta modalidade, a velocidade do fluxo de reciclagem na primeira extremidade de orifício de descarga é de cerca de 71% ou menos da velocidade do fluxo de reciclagem na segunda extremidade de orifício de descarga.

Em uma outra modalidade do método, a velocidade do fluxo de reciclagem na primeira extremidade de orifício de descarga é de cerca de 25% ou menos da velocidade do fluxo de reciclagem na segunda extremidade de orifício de descarga. Em ainda uma outra modalidade, a velocidade do fluxo de reciclagem na primeira extremidade de orifício de descarga é de cerca de 11% ou menos da velocidade do fluxo de reciclagem na segunda extremidade de orifício de descarga.

Em ainda uma outra modalidade, a velocidade do fluxo de reciclagem na primeira extremidade de orifício de descarga é de cerca de 20 vezes ou menos uma velocidade superficial da seção de leito fluidizado. Em ainda uma outra modalidade, porém, a velocidade do fluxo de reciclagem na primeira extremidade de orifício de descarga é de cerca de 8 vezes ou menos uma velocidade superficial da seção de leito fluidizado. Em ainda uma outra modalidade, porém, a velocidade do fluxo de reciclagem na primeira extremidade de orifício de descarga é de cerca de 3,5 vezes ou menos uma velocidade superficial da seção de leito fluidizado.

Em qualquer uma das modalidades aqui descritas, a pluralidade de sólidos compreende um polímero sólido, por exemplo, os polímeros de polietileno ou polipropileno.

Em ainda uma outra modalidade do método, o sólido de polímero compreende um polímero de polietileno, a pressão no recipiente de leito fluidizado é de cerca de 1724 kPa (250 psig) a cerca de 2414 kPa (350 psig), e a velocidade do fluxo de reciclagem na primeira extremidade de orifício de descarga é de cerca de 2,4 a cerca de 20 metros/segundo. Em uma modalidade na qual o sólido de polímero compreende um polímero de polietileno, a velocidade do fluxo de reciclagem na primeira extremidade de orifício de descarga é de cerca de 2,4 a cerca de 15 metros/segundo. Em uma outra modalidade na qual o sólido compreende um polímero de polietileno, o fluxo de reciclagem compreende cerca de 2% em peso ou menos da pluralidade de partículas sólidas.

Em qualquer uma das modalidades aqui descritas, a seção transversal pode ser um diâmetro.

Outras características e vantagens da presente invenção se tornará evidente a partir da seguinte descrição detalhada. Deve-se entender, no entanto, que a descrição detalhada e os exemplos específicos, embora indicando modalidades preferidas da presente invenção, são fornecidos apenas a título de ilustração, uma vez que várias alterações e modificações dentro do espírito e escopo de aplicação da presente invenção tornar-se-ão aparentes aos versados na técnica a partir desta descrição detalhada.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1 é um desenho esquemático de um sistema de polimerização de leito fluidizado de fase gasosa incluindo um orifício de descarga da técnica anterior.

Figura 2 é um desenho esquemático de uma porção de um sistema de fluidização de fase gasosa com um orifício de descarga afunilado, inventivo.

As figuras 3 e 4 mostram os resultados das simulações de CFD para dois valores de velocidade superficial do gás (SGV).

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Um sistema de fluidização de partículas sólidas com uma reduzida quantidade de partículas sólidas que saem do topo do recipiente de leito

fluidizado é provido. O sistema é útil em qualquer sistema de leito fluidizado de fase gasosa. Este sistema é particularmente útil em um sistema de polimerização de fase gasosa no qual o polímero e/ou os pós de minério do catalisador podem ser carregados (ou arrastados) com o fluxo de reciclagem que sai do topo do reator de leito fluidizado de fase gasosa. Em uma outra classe de modalidades, além de reduzir o transporte de partículas finas, o sistema pode reduzir o transporte de "pipoca" ou folha. Em uma classe de modalidades, a presente invenção é descrita com referência a um sistema de polimérico de leito fluidizado de fase gasosa; no entanto, esta só se destina a oferecer um exemplo e não deve limitar a invenção, uma vez que um perito versado irá reconhecer outras aplicações úteis.

Com referência à figura 1, um sistema de fluidização de fase gasosa típico compreende um recipiente de leito fluidizado 10 com uma seção de leito fluidizado 12, e uma seção de separação 14 (também conhecida como uma seção de bordo livre) compreendendo uma cabeça de topo 13. Em uma modalidade, a cabeça de topo 13 é uma cabeça de topo hemisférica, e a seção de separação 14 inclui ainda uma seção cônica 11.

A seção de leito fluidizado 12 contém um leito de partículas sólidas, que, em algumas modalidades, pode crescer em tamanho durante o processo de polimerização. As partículas sólidas são fluidizadas pelo fluxo contínuo de componentes fluidos, referidos aqui como um fluido de fluidização, que escoar pela seção de leito fluidizado 12. O leito fluidizado tem o aspecto geral de um leito borbulhado de partículas sólidas de polímero, sendo que o fluxo ascendente de bolhas de gás proporciona uma mistura significativa das partículas sólidas.

A fim de garantir uma completa fluidização, uma corrente de fluido de ciclo (também aqui referida como um fluido de fluidização), que pode ser um gás ou uma combinação de gás/líquido, entra no reator em um ponto abaixo da seção de leito fluidizado 12. Pode haver uma placa distribuidora de gás 18 para ajudar na distribuição uniforme do fluido de ciclo para a seção de leito fluidizado 12. Ao passar pelo leito, o fluido de ciclo absorve o calor de reação gerado por uma polimerização ou outra reação.

A porção do fluido de ciclo que não reage no leito sai do topo da seção de leito fluidizado 12 e entra na seção de separação 14. À medida que o fluido de ciclo passa pela seção de separação 14 acima da seção de leito fluidizado 12, a maior parte das partículas sólidas cai de volta para o leito. O fluido de ciclo sai do topo do recipiente de leito fluidizado 10 como um fluxo de reciclagem através da linha de reciclagem 16, é comprimido em um compressor 20, e passa por um trocador de calor 22 no qual o calor da reação, se houver, é removido antes de o fluxo de reciclagem retornar para o recipiente de leito fluidizado 10. A temperatura do leito fluidizado pode ser controlada por meio de um sensor de temperatura interna 19.

Em seguida, com referência à figura 2, nesta modalidade, a presente invenção provê um sistema de leito fluidizado para a fluidização de partículas sólidas compreendendo um recipiente de leito fluidizado 10; uma seção de leito fluidizado 12 no recipiente de leito fluidizado; uma seção de separação 14 acima da seção de leito fluidizado 12 compreendendo uma cabeça de topo 13; uma linha de reciclagem 16 em comunicação fluida com a seção de separação 14; e um orifício de descarga afunilado 24 compreendendo uma primeira extremidade de orifício de descarga 26 ligado à cabeça de topo 13 e uma segunda extremidade de orifício de descarga 28 ligada à linha de reciclagem 16. Em uma classe de modalidades, a seção de separação 14 compreende uma seção cônica 11 e uma cabeça de topo hemisférica 13. Conforme utilizado aqui, "orifício de descarga afunilado" refere-se de modo geral a qualquer sistema de orifício de descarga tendo um primeiro orifício de descarga em comunicação fluida com um segundo orifício de descarga, no qual as seções transversais, tais como, por exemplo, os diâmetros, do primeiro orifício de descarga e do segundo orifício de descarga são diferentes. Em uma classe de modalidades, a seção transversal do primeiro orifício de descarga é maior que a seção transversal do segundo orifício de descarga, independentemente da forma. A forma pode ser cônica, parabólica, etc.

O recipiente de leito fluidizado 10 pode ser de qualquer desenho adequado para o sistema de leito fluidizado em questão. Com referência à

figura 2, nesta modalidade, o recipiente de leito fluidizado 10 tem uma seção de separação 14 localizada acima da seção de leito fluidizado 12 de modo a permitir que os sólidos possam vazar com o gás que sai do topo do leito fluidizado para cair novamente no leito. A seção de separação 14 do recipiente de leito fluidizado 10 pode ser uma seção expandida, uma seção de lados retos, ou uma combinação das mesmas. A seção de separação 14 pode ter o mesmo diâmetro de seção transversal ou um diâmetro de seção transversal maior, como, por exemplo, da seção de leito fluidizado 12.

O orifício de descarga afunilado 24 pode ser de qualquer formato e feito de qualquer material apropriado para o processo de fluidização em questão. Em uma modalidade da presente invenção, o orifício de descarga afunilado 24 inclui ainda uma seção de transição 30, sob a forma de um cone truncado. Em outra modalidade da presente invenção, o orifício de descarga afunilado 24 inclui ainda uma seção de transição 30 com uma forma de cone parabólico.

Continuando com referência à figura 2, nesta modalidade, a primeira seção transversal de orifício de descarga, como, por exemplo, o diâmetro, da primeira extremidade de orifício de descarga 26 é maior do que a segunda seção transversal de orifício de descarga, como, por exemplo, o diâmetro, da segunda extremidade 28. Em uma modalidade, a segunda seção transversal de orifício de descarga é substancialmente igual à seção transversal da linha de reciclagem 16. As seções transversais referidas no presente pedido são as seções transversais internas, por exemplo, o diâmetro, das peças em questão, salvo indicação em contrário. Ao utilizar uma primeira seção transversal de orifício de descarga maior, por exemplo, o diâmetro, a velocidade do gás na proximidade do orifício de descarga do recipiente de leito fluidizado é menor. Sem ficar ligado a teorias, acredita-se que a diminuição da velocidade do gás nas imediações do orifício de descarga do recipiente resultará em menos partículas sólidas transportadas para fora do recipiente de leito fluidizado 10 e circuladas através da linha de reciclagem 16. Em uma modalidade, a primeira seção transversal de orifício de descarga é pelo menos cerca de 1,2 vezes a segunda seção transversal de

orifício de descarga, de preferência a primeira seção transversal de orifício de descarga é pelo menos cerca de 2,0 vezes a segunda seção transversal de orifício de descarga, e, mais ainda, de preferência a primeira seção transversal de orifício de descarga é pelo menos cerca de 3,0 vezes a segunda
5 seção transversal de orifício de descarga.

Em uma classe de modalidades, a razão da primeira seção transversal de orifício de descarga para um diâmetro máximo de seção de separação 32 também influencia a quantidade de transporte de partículas sólidas. Como pode ser visto na figura 2, o diâmetro máximo da seção de
10 separação 32 é a seção transversal interna maior do recipiente de leito fluidizado 10 acima da seção de leito fluidizado 12. Em uma modalidade da presente invenção, a primeira seção transversal de orifício de descarga é pelo menos cerca de 0,15 vezes um diâmetro máximo da seção de separação 32, de preferência pelo menos cerca de 0,25 vezes a seção transversal
15 máxima da seção de separação 32, e mais de preferência pelo menos cerca de 0,35 vezes a seção transversal máxima da seção de separação 32.

Em uma outra classe de modalidades, a presente invenção provê ainda um método de fluidização de sólidos compreendendo as etapas de: prover um sistema de leito fluidizado, no qual o sistema de leito fluidizado
20 inclui um recipiente de leito fluidizado 10, uma seção de leito fluidizado 12 do recipiente de leito fluidizado 10, uma seção de separação 14 acima da seção de leito fluidizado 12, sendo que a seção de separação 14 inclui uma cabeça de topo 13, uma linha de reciclagem 16 em comunicação fluida com a seção de separação 14, e um orifício de descarga afunilado 24 compreendendo
25 uma primeira extremidade de orifício de descarga 26 conectada à cabeça de topo 13 e uma segunda extremidade de orifício de descarga 28 ligada à linha de reciclagem 16; fluidizar um leito compreendendo uma pluralidade de partículas sólidas na seção de leito fluidizado 12; e remover um fluxo de reciclagem do recipiente de leito fluidizado 10 através do orifício de descarga afunilado 24. Nestas modalidades, a velocidade do fluxo de reciclagem na primei-
30 ra extremidade de orifício de descarga 26 é de cerca de 71%, ou menos, da velocidade do fluxo de reciclagem na segunda extremidade de orifício de

descarga 28, preferencialmente, de cerca de 25%, ou menos, da velocidade do fluxo de reciclagem na segunda extremidade de orifício de descarga 28, e mais ainda, de preferência, de cerca de 11% ou menos da velocidade do fluxo de reciclagem na segunda extremidade de orifício de descarga 28.

5 Em qualquer uma das modalidades descritas aqui, a velocidade da linha de reciclagem na primeira extremidade de orifício de descarga 26 é cerca de 20 vezes ou menos a velocidade superficial na seção de leito fluidizado 12, de preferência, de cerca de 8 vezes ou menos a velocidade superficial do fluxo de fluidização na seção de leito fluidizado 12, e mais preferen-

10 cialmente, ou menos de cerca de 3,5 vezes ou menos a velocidade superficial do fluxo de fluidização na seção de leito fluidizado 12. A velocidade superficial, como utilizada aqui, vem a ser o fluxo volumétrico do fluxo de fluidização dividido pela área em seção transversal da seção de leito fluido 12. Fica, de modo geral, entendido na técnica que este cálculo da velocidade

15 ignora o volume ocupado pelos sólidos fluidizados.

 A quantidade de sólidos transportados para fora do recipiente de leito fluidizado 10 para a linha de reciclagem 16 também depende do tipo de sólido que está sendo fluidizado, da pressão ou da densidade do fluxo de fluidização, e da velocidade em vários pontos do recipiente de leito fluidizado

20 10. O transporte de sólidos vem a ser uma preocupação especial para um sistema de polimerização no qual pós de minério de catalisador ou pós de minério de polímero contendo um catalisador ativo podem circular pelo sistema e se instalar em locais indesejáveis. Uma vez que, em algumas modalidades, a presente invenção contribui para minimizar a quantidade de trans-

25 porte de pós de minério, a mesma será particularmente útil para uma polimerização de leito fluidizado de alfa olefinas. Sendo assim, em uma modalidade, a pluralidade de sólidos compreende um sólido de polímero. Os sólidos de polímero podem ser de polietileno, polipropileno, ou qualquer outro polímero produzido em um sistema de leito fluidizado.

30 Em uma classe de modalidades, a presente invenção é também particularmente útil em vários processos de polimerização, tais como os processos de polimerização de polietileno e polipropileno. Em uma modalidade,

o sólido de polímero compreende um polímero de polietileno, a pressão do recipiente de leito fluidizado 10 é de cerca de 1724 kPa (250 psig) a cerca de 2414 kPa (350 psig), e a velocidade do fluxo de reciclagem na primeira extremidade de orifício de descarga 26 é preferência de cerca de 2,4 a cerca de 20 metros/segundo, e mais ainda de preferência a velocidade do fluxo de reciclagem na primeira extremidade de orifício de descarga 26 é de cerca de 2,4 a cerca de 15 metros/segundo.

Como apresentado acima, a presença de sólidos no fluxo de reciclagem pode causar diversos problemas no funcionamento do sistema de leito fluidizado. Sendo assim, é desejável minimizar os sólidos circulados no fluxo de reciclagem. Em uma classe de modalidades, o fluxo de reciclagem inclui cerca de 2% ou menos da pluralidade de partículas sólidas.

Processos de Polimerização

As modalidades da invenção descritas aqui são adequadas para utilização em qualquer processo de leito fluidizado de fase gasosa. Um processo de polimerização de fase gasosa é o preferido (vide, por exemplo, as Patentes U.S. N[°]s. 4.543.399, 4.588.790, 5.028.670, 5.317.036, 5.352.749, 5.405.922, 5.436.304, 5.453.471, 5.462.999, 5.616.661 e 5.668.228).

Em uma modalidade, o processo da presente invenção é direcionado para um processo de polimerização de fase gasosa de um ou mais monômeros de olefina com 2 a 30 átomos de carbono, de preferência com 2 a 12 átomos de carbono, e mais de preferência com 2 a 8 átomos de carbono. A presente invenção é particularmente bem adaptada à polimerização de dois ou mais monômeros de olefina de etileno, propileno, buteno-1, penteno-1, 4-metil-penteno-1, hexeno-1, octeno-1, e deceno-1.

Outros monômeros úteis no processo da presente invenção incluem os monômeros etilenicamente insaturados, as diolefinas com 4 a 18 átomos de carbono, ou os dienos conjugados ou não-conjugados, os polienos, os monômeros de vinila e as olefinas cíclicas. Os monômeros úteis também incluem o norborneno, o norbornadieno, o isobutileno, o isopreno, o vinilbenzociclobutano, os estirenos, o estireno substituído por alquila, o norborneno de etilideno, o dicitlopentadieno e o ciclopenteno.

Em uma modalidade, um copolímero de etileno é produzido, sendo que o etileno e um ou mais comonômeros de alfa-olefina com 3 a 15 átomos de carbono, de preferência a de 4 a 12 átomos de carbono, e, mais preferencialmente, de 4 a 8 átomos de carbono, são polimerizados em um processo de fase gasosa.

A pressão do reator, em um processo de polimerização de fase gasosa, pode variar entre cerca de 690 kPa (100 psig) a cerca de 4138 kPa (600 psig), de preferência na faixa de cerca de 1379 kPa (200 psig) a cerca de 2759 kPa (400 psig), mais de preferência na faixa de cerca de 1724 kPa (250 psig) a cerca de 2414 kPa (350 psig).

A temperatura do leito fluidizado em um processo de polimerização de fase gasosa pode variar entre cerca de 30° C a cerca de 140° C, de preferência de cerca de 60° C a cerca de 115° C, mais de preferência na faixa de cerca de 70° C a 110° C, e mais de preferência na faixa de cerca de 75° C a cerca de 95° C.

A velocidade superficial em uma modalidade da presente invenção pode variar de 0,4 a 1,5 metros/segundo, de preferência de 0,5 a 0,9 metros/segundo.

Outros processos de fase gasosa contemplados pelo processo da presente invenção incluem processos de polimerização em série ou de múltiplos estágios. Outros processos de fase gasosa contemplados pela presente invenção incluem os descritos nas Patentes U.S. N^{os}. 5.665.818 e 5.677.375, e nas publicações européias EP-A-0 794 200, EP-B1-0 649 992, EP-A-0 802 202 e EP-B-634 421.

Em uma modalidade, a presente invenção é direcionada a um processo de fase gasosa para a polimerização de etileno e propileno sozinho ou com um ou mais outros monômeros, incluindo as olefinas com 2 a 12 átomos de carbono. Os polímeros podem ser produzidos usando os catalisadores de metaloceno, conforme descrito nas Patentes U.S. N^{os}. 5.296.434 e 5.278.264. No entanto, a presente invenção não se encontra necessariamente limitada à aplicação de nenhum tipo de sistema catalisador. Sendo assim, a presente invenção tem aplicação com os catalisadores de metalo-

ceno, com os catalisadores de geometria limitada, com os catalisadores Ziegler-Natta, com os catalisadores baseados em cromo, com os catalisadores baseados em ferro, com os catalisadores baseados em níquel, bem como com os sistemas catalíticos duplos, incluindo a aplicação de pelo menos um metaloceno com pelo menos um composto metálico do Grupo de 15 átomos (como o N).

SIMULAÇÕES

As figuras 3 e 4 são derivadas das simulações da Fluidodinâmica Computacional (CFD). Este é um método bem conhecido para resolver equações (por exemplo, as equações de Navier-Stokes) da dinâmica dos fluidos a fim de produzir os cálculos de campos de fluxo gasoso. Conforme utilizado aqui, a fluidodinâmica CFD é usada para modelar o campo do fluxo na seção de topo (expandida) de um Reator Unipol™. Os resultados mostram as vantagens das modalidades da invenção que empregam um desenho de orifício de descarga afunilado.

As mesmas foram geradas usando uma geometria axisimétrica de 2D, e uma velocidade superficial do gás (SGV), e a uma velocidade SVG de 73,15 cm/segundo (2,4 pés/segundo) e de 85,34 cm/segundo (2,8 pés/segundo). Cada uma das figuras mostra quatro casos simulados de diferentes geometrias, incluindo (1) um modelo padrão de orifício de descarga; (2) um orifício de descarga afunilado com uma razão de diâmetro de 2:1, e um semiângulo do cone de 30 graus. (O semiângulo do cone de 30 graus produziu uma altura do cone truncado (ou "tronco") igual a 0,866 vezes o diâmetro do tubo de orifício de descarga); (3) um orifício de descarga afunilado com uma razão de diâmetro de 3:1 e a mesma altura como no caso de 2:1 (0,866 vezes o diâmetro de orifício de descarga); e (4) um orifício de descarga afunilado com uma razão de diâmetro de 4:1 e a mesma altura que a da simulação 2:1.

Os resultados das simulações de fluidodinâmica CFD são mostrados nas figuras 3 e 4 para dois valores de velocidade superficial do gás (SGV), conforme descrito acima. Em particular, as figuras 3 e 4 mostram velocidades de linha de centro calculadas como uma função da altura na

seção expandida. Observa-se que a posição da altura 0,0 corresponde ao topo da seção cilíndrica do reator. (Esta posição, na junção das seções cilíndrica e cônica, é também referida como o "gargalo" do reator). No caso do desenho padrão (sem o orifício de descarga afunilado), o topo do reator está a uma elevação de 11,3 metros (37,1 pés) acima do gargalo. Isto marca um ponto de referência conveniente para se comparar os perfis de velocidade dos diferentes desenhos de orifício de descarga.

Como se pode observar nas figuras 3 e 4, a velocidade do gás na seção expandida é aproximadamente constante ao longo da faixa de elevações entre zero e 9,14 m (30 pés). Acima desta altura, nota-se que a velocidade do gás aumenta rapidamente à medida que o campo do fluxo se aproxima do orifício de descarga. As figuras 3 e 4 mostram que o efeito do orifício de descarga afunilado é no sentido de retardar o aumento da velocidade, efetivamente movimentando o ponto de aumento de velocidade (ou ponto de transição) para elevações maiores. Em comparação com o desenho de orifício de descarga padrão, o efeito do cone de 2:1 é no sentido de mover o ponto de transição em aproximadamente mais 36,58 cm (1,2 pés). Os orifício de descargas afunilados de 3: 1 e de 4:1 movem o ponto de transição em aproximadamente mais 76,20 cm (2,5 pés).

Em comparação com o desenho de um reator padrão, o orifício de descarga afunilado do reator torna-se eficaz na alteração do fluxo gasoso. O orifício de descarga afunilado produz um ponto mais alto de transição para a alta velocidade, o que se espera para produzir uma redução no transporte de partículas, em um dado valor de velocidade SGV.

Note-se que há relativamente pouca diferença entre as curvas de velocidade para os desenhos de orifício de descarga afunilado de 3:1 e de 4:1 (em ambos os valores de velocidade SGV). Sendo assim, a razão de diâmetro do orifício de descarga de 3:1 representa uma modalidade útil.

Como demonstrado pelas simulações de fluidodinâmica CFD, o efeito do orifício de descarga afunilado é no sentido de elevar a altura na qual um forte aumento de velocidade ocorre perto do topo da seção expandida. No caso do orifício de descarga com um diâmetro de 3/1, a altura foi

elevada em cerca de 76,20 cm (2,5 pés).

Por conseguinte, esse aumento eleva a altura efetiva da seção expandida a um custo relativamente baixo. Sem ficar limitado a teorias, acredita-se que este aumento possa com vantagem ser aplicado na indústria, de pelo menos duas maneiras. Com todas as demais variáveis iguais, as modalidades da presente invenção são susceptíveis de melhorar a eficácia da seção de separação (ou seja, a mesma se adicionaria à efetiva "altura de separação"), e, deste modo, reduziria, por exemplo, a quantidade de arrasto de partículas finas (por exemplo, de catalisador ou de pós de minério de resina) a partir do leito fluidizado. Isto, por sua vez, reduziria os problemas associados ao transporte de partículas no processo, incluindo, mas não se limitando às incrustações dos equipamentos do sistema de reciclagem, por exemplo, do compressor de gás de ciclo, do refrigerador, da placa distribuidora, etc.

Além disso, podem-se utilizar as modalidades da presente invenção no sentido de projetar reatores com um tamanho reduzido da seção expandida (por exemplo, uma altura e/ou diâmetro reduzidos) a um custo menor. Em outras palavras, para taxas equivalentes de arrasto de partículas, o tamanho requerido para a seção expandida poderia ser reduzido de modo a baixar os custos de investimento de um reator.

As expressões, a menos que de outra forma especificado, "consiste essencialmente de" e "consistindo essencialmente de" não excluem a presença de outras etapas, elementos, ou materiais, quer ou não, especificamente mencionados no presente relatório descritivo, contanto que tais etapas, elementos, ou materiais, não afetem as características básicas e novas da presente invenção, além disso, as mesmas não excluem as impurezas normalmente associadas aos elementos e materiais utilizados.

Para fins de brevidade, somente determinadas faixas são aqui explicitamente apresentadas. No entanto, as faixas de qualquer limite inferior podem ser combinadas com qualquer limite superior no sentido de apresentar uma faixa não explicitamente indicada, assim como, também, as faixas de qualquer limite inferior podem ser combinadas com qualquer outro limite

inferior de modo a apresentar uma faixa não explicitamente indicada, e, da mesma forma, as faixas de qualquer limite superior podem ser combinadas com qualquer outro limite superior com o objetivo de apresentar uma faixa não explicitamente indicada. Além disso, dentro de uma faixa se inclui cada ponto ou valor individual entre os seus pontos de uso final, mesmo que não explicitamente apresentado. Sendo assim, cada ponto ou valor individual poderá se prestar como o seu próprio limite inferior ou superior combinado com qualquer outro ponto ou valor individual ou qualquer outro limite inferior ou superior, no sentido de apresentar uma faixa não explicitamente indicada.

10 Todos os documentos de prioridade encontram-se incorporados em sua totalidade ao presente documento à guisa de referência para todas as jurisprudências nas quais tais incorporações são permitidas e até o ponto em que tais apresentações se encontrarão coerentes com a descrição da presente invenção. Ademais, todos os documentos e referências aqui cita-

15 dos, inclusive quaisquer procedimentos de teste, publicações, patentes, artigos periódicos, etc. são incorporados em sua totalidade aqui a título de referência para todas as jurisprudências nas quais tais incorporações são permitidas e até o ponto em que tais apresentações se encontram coerentes com a descrição da presente invenção.

20 Embora a presente invenção tenha sido descrita com relação a diversas modalidades e exemplos, os versados na técnica, tendo o benefício da presente invenção, apreciarão que outras modalidades podem ser concebidas, sem se afastar do espírito e escopo de aplicação da invenção conforme apresentada aqui.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para a fluidização de partículas sólidas, em que o sistema de leito fluidizado compreende:
 - (a) um recipiente de leito fluidizado;
 - 5 (b) uma seção de leito fluidizado no recipiente de leito fluidizado;
 - (c) uma seção de separação acima da seção de leito fluidizado, sendo que a seção de separação compreende uma cabeça de topo;
 - (d) uma linha de reciclagem em comunicação fluida com a seção de separação; e
 - 10 (e) um orifício de descarga afunilado compreendendo uma primeira extremidade de orifício de descarga ligada à cabeça de topo e uma segunda extremidade de orifício de descarga ligada à linha de reciclagem.
2. Sistema de acordo com a reivindicação 1, em que o diâmetro de uma primeira seção transversal de orifício de descarga, de preferência,
15 da primeira extremidade de orifício de descarga é de pelo menos aproximadamente 1,2, 2,0, ou 3,0 vezes o diâmetro de uma segunda seção transversal de orifício de descarga, de preferência, da segunda extremidade de orifício de descarga.
3. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a
20 2, em que o diâmetro da primeira seção transversal de orifício de descarga, de preferência, é de pelo menos aproximadamente 0,15, 0,25, ou 0,35 vezes o diâmetro, de preferência, de uma seção transversal máxima da seção de separação.
4. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a
25 3, em que a seção de transição do orifício de descarga afunilado é em forma de cone truncado ou em forma de cone parabólico.
5. Método de fluidização de sólidos, compreendendo as etapas de:
 - (a) prover um sistema de leito fluidizado, em que o sistema de
30 leito fluidizado compreende:
 - (1) um recipiente de leito fluidizado;
 - (2) uma seção de leito fluidizado no recipiente de leito fluidizado;

(3) uma seção de separação acima da seção de leito fluidizado, em que a seção de separação compreende uma cabeça de topo;

(4) uma linha de reciclagem em comunicação fluida com a seção de separação; e

5 (5) um orifício de descarga afunilado compreendendo uma primeira extremidade de orifício de descarga ligada à cabeça de topo, e uma segunda extremidade de orifício de descarga ligada à linha de reciclagem;

(b) fluidizar um leito compreendendo uma pluralidade de partículas sólidas na seção de leito fluidizado; e

10 (c) remover um fluxo de reciclagem do recipiente de leito fluidizado através do orifício de descarga afunilado, em que uma velocidade do fluxo de reciclagem na primeira extremidade de orifício de descarga é inferior a aproximadamente 71%, 25% ou 11% da velocidade do fluxo de reciclagem na segunda extremidade de orifício de descarga.

15 6. Método de acordo com a reivindicação 5, em que a velocidade do fluxo de reciclagem na primeira extremidade do orifício de descarga é inferior a 20 vezes uma velocidade superficial na seção de leito fluidizado, inferior a 8 vezes uma velocidade superficial na seção de leito fluidizado, ou inferior a 3,5 vezes uma velocidade superficial na seção de leito fluidizado.

20 7. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 5 a 6, em que a pluralidade de sólidos compreende um sólido de polímero.

8. Método de acordo com a reivindicação 7, em que o sólido de polímero compreende um polímero de polietileno ou de polipropileno.

25 9. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 5 a 8, em que uma pressão no recipiente de leito fluidizado é de aproximadamente 1724 kPa (250 psig) a aproximadamente 2414 kPa (350 psig), e a velocidade do fluxo de reciclagem na primeira extremidade de orifício de descarga é de aproximadamente 2,4 a 20 metros/segundo, ou de aproximadamente 2,4 a aproximadamente 15 metros/segundo.

30 10. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 5 a 9, em que o fluxo de reciclagem compreende menos que 2% em peso da pluralidade de partículas sólidas.

FIG. 1

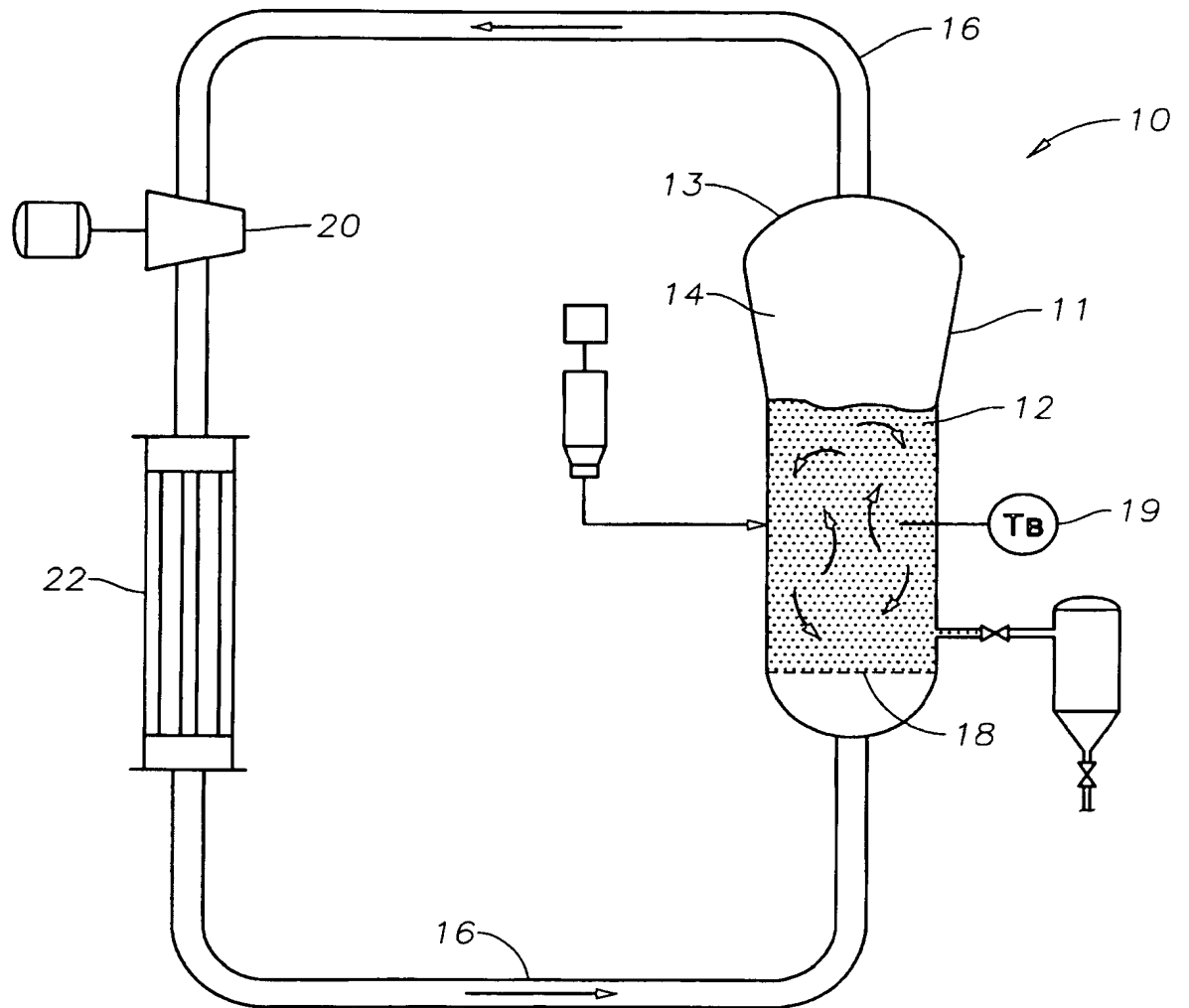
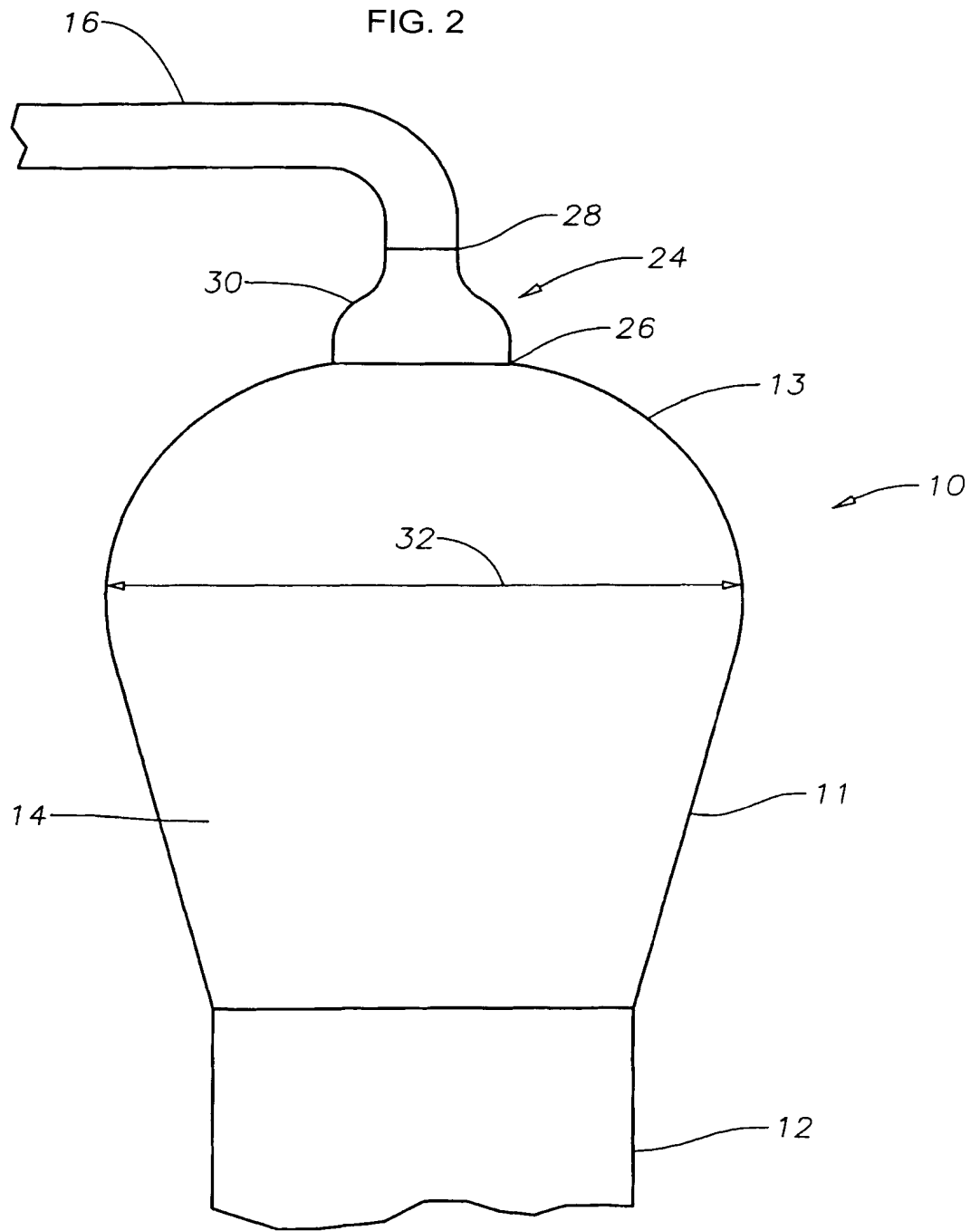


FIG. 2



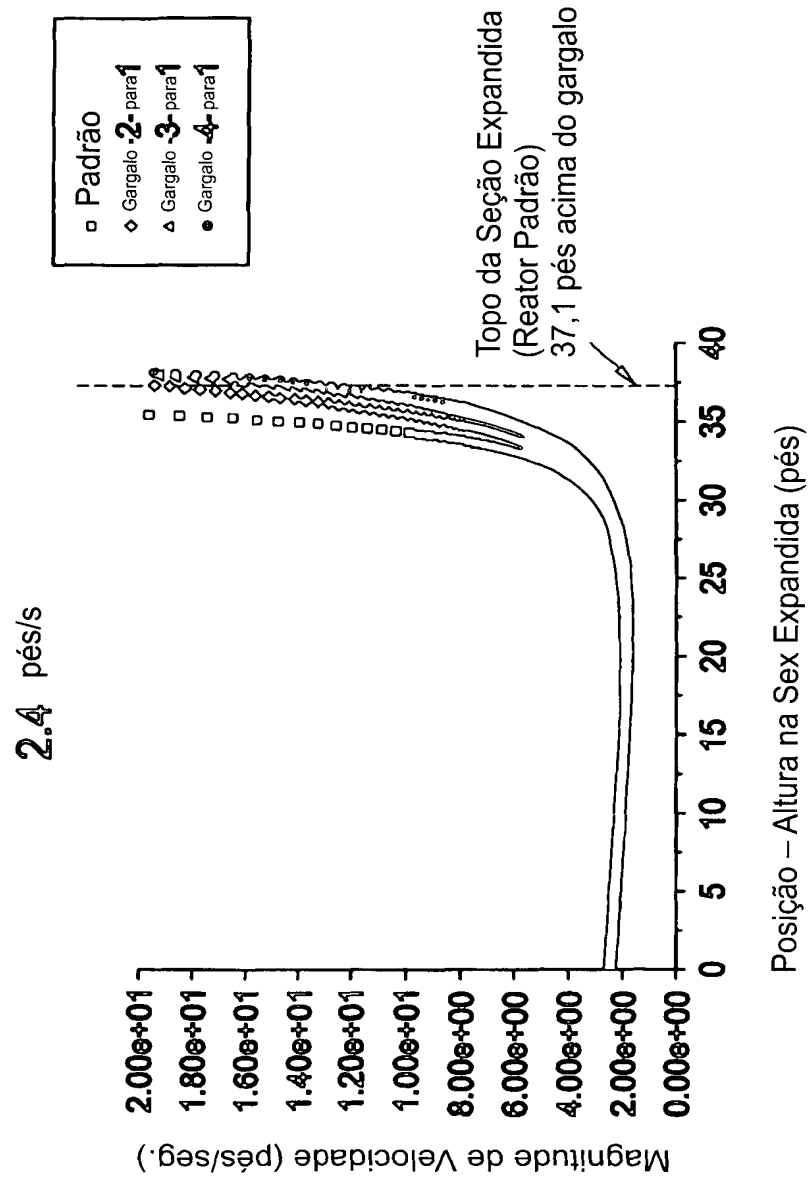


FIG. 3

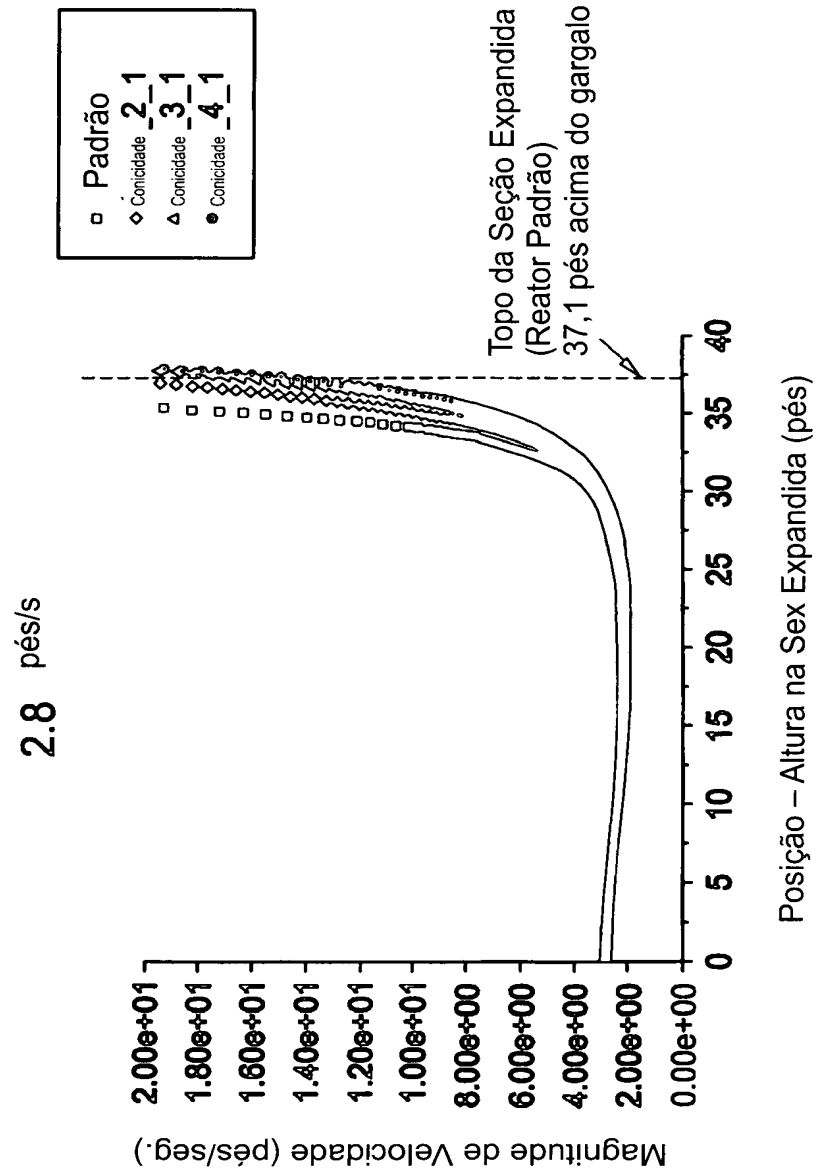


FIG. 4

RESUMO

Patente de Invenção: **"SISTEMA PARA A FLUIDIZAÇÃO DE PARTÍCULAS SÓLIDAS INCLUINDO UM ORIFÍCIO DE DESCARGA NOVO PARA RECIPIENTE"**.

5 A presente invenção refere-se a um sistema para a fluidização de partículas sólidas, sendo que o sistema de leito fluidizado inclui um recipiente de leito fluidizado, uma seção de leito fluidizado, uma seção de separação, uma linha de reciclagem, e um orifício de descarga afunilado. É também provido um método de fluidização de sólidos por meio da provisão de
10 um sistema, conforme descrito acima, que fluidiza um leito compreendendo partículas sólidas, e remove um fluxo de reciclagem através de um orifício de descarga afunilado.