



PI03159655
PI03159655

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0315965-5

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0315965-5

(22) Data do Depósito: 24/11/2003

(43) Data da Publicação do Pedido: 10/06/2004

(51) Classificação Internacional: B01J 8/26; B01J 2/16

(30) Prioridade Unionista: 26/11/2002 ZA 2002/9601; 11/04/2003 ZA 2003/2874

(54) Título: APARELHO PARA PRODUZIR GRÂNULOS E MÉTODO PARA UTILIZAR O APARELHO PARA PRODUZIR GRÂNULOS

(73) Titular: OMNIA FERTILIZER LIMITED, Sociedade Sul Africana. Endereço: 13 Sloane Street, Epsom Downs, África do Sul (ZA).

(72) Inventor: JOHANNES PETRUS GYSBERT EYGELAAR

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 24/03/2015, observadas as condições legais.

Expedida em: 24 de Março de 2015.

Assinado digitalmente por:

Júlio César Castelo Branco Reis Moreira
Diretor de Patentes



"APARELHO PARA PRODUZIR GRÂNULOS E MÉTODO PARA UTILIZAR O APARELHO PARA PRODUZIR GRÂNULOS"

Histórico da invenção

A presente invenção refere-se a um aparelho para produzir
5 grânulos de nitrato.

A Publicação de Patente Internacional No. WO 01/83374 descreve um método para produzir grânulos de nitrato, particularmente grânulos de nitrato de cálcio. Um fundido de nitrato de cálcio é pulverizado para dentro de um
10 leito de recirculação de um primeiro granulador de leito fluidizado, onde o leito de recirculação é suprido com ar que foi condicionado e aquecido a uma temperatura entre 60°C e 100°C. Os grânulos de nitrato de cálcio formados no granulador são introduzidos num resfriador primário na
15 forma de um segundo leito fluidizado onde os grânulos são resfriados entre 50°C e 60°C através de ar condicionado. Os grânulos são separados num separador e então resfriados num resfriador secundário a uma temperatura inferior a 40°C antes de serem ensacados. Os grânulos
20 assim produzidos são duros, secos e de formato esférico e não se desintegram facilmente durante o manuseio.

Um dos objetos da presente invenção consiste em prover um aparelho mais compacto e melhorado para produzir grânulos de nitrato.

25 Sumário da invenção

De acordo com um primeiro aspecto da invenção, é provido um aparelho para produzir grânulos, tipicamente grânulos de nitrato, que inclui: um primeiro leito fluidizado que é suprido com ar que tenha sido preferivelmente
30 condicionado a uma umidade relativa inferior a 30% a 40°C e aquecido a uma temperatura de 40°C a 100°C e um ou mais bocais de pulverização para pulverizar um fundido de nitrato para o interior do primeiro leito fluidizado para formar grânulos de nitrato; e
35 um segundo leito fluidizado que está em comunicação direta com o primeiro leito fluidizado, para resfriar grânulos de nitrato formados no primeiro leito a uma

temperatura de 60° C ou menos, preferivelmente de 30°C a 60°C;

sendo que o primeiro leito fluidizado inclui uma zona de condicionamento que não possui bocais de pulverização, para receber e condicionar partículas de semente, e uma zona de granulação que possui pelo menos um bocal, para receber partículas condicionadas da zona de condicionamento e formar as partículas em grânulos.

Opcionalmente, a zona de granulação pode incluir uma pluralidade de barreiras na forma de defletores planares verticalmente orientados. Tipicamente, cada bocal de pulverização está localizado abaixo de um defletor.

Vantajosamente, os bocais de pulverização são pressurizados com ar comprimido que tenha sido aquecido a uma temperatura de 40°C a 70°C.

Os bocais de pulverização tipicamente provêm um padrão de pulverização de jato plano que é perpendicular ao fluxo de ar no primeiro leito fluidizado.

O primeiro leito fluidizado pode ter uma área de superfície de 0,8 m² a 2m², preferivelmente de 1m² a 1,6 m², tipicamente de cerca de 1,4 m².

Num aparelho preferido para produzir grânulos de nitrato de amônio/nitrato de cálcio o ar suprido ao primeiro leito fluidizado é aquecido a uma temperatura de cerca de 70°C e tem uma umidade relativa inferior a 15%.

De acordo com um segundo aspecto da invenção é provido um método para produzir grânulos de nitrato, num granulador de leito fluidizado, sendo que as partículas recicladas do granulador são primeiramente passadas por uma zona de condicionamento de leito fluidizado que não possui bocais de pulverização, antes de serem passadas para uma zona de granulação de leito fluidizado que inclui pelo menos um bocal de pulverização.

Vantajosamente, o ar fluidificante suprido para a zona de condicionamento tem as mesmas propriedades do ar fluidificante que é suprido para a zona de granulação. Tipicamente, o suprimento de ar fluidificante para as

zonas de condicionamento e granulação foi condicionado a uma umidade relativa inferior a 30% a 40°C e aquecido a uma temperatura de 40°C a 100°C.

Preferivelmente, a zona de condicionamento e a zona de granulação estão localizadas num primeiro leito fluidizado.

Os grânulos formados no primeiro leito fluidizado podem ser passados diretamente para um segundo leito fluidizado onde os grânulos são resfriados a uma temperatura de 60°C ou menos.

Os grânulos do segundo leito fluidizado são tipicamente enviados para um separador do qual os grânulos de tamanho menor que o normal são reciclados para o primeiro leito fluidizado como partículas de sementeira. Grânulos de tamanho maior que o normal procedentes do separador são primeiramente triturados e então também reciclados para o primeiro leito fluidizado como partículas de sementeira.

Breve descrição dos desenhos

O desenho é uma representação esquemática de um aparelho e processo de acordo com a invenção para produzir grânulos de nitrato.

Descrição das concretizações

A presente invenção refere-se a um aparelho melhorado para produzir grânulos, em particular grânulos de nitrato. O aparelho pode ser usado para a formação de quaisquer grânulos de nitrato incluindo grânulos de nitrato de cálcio, grânulos de nitrato de magnésio, grânulos de nitrato de potássio, outros sais de nitratos, tais como nitrato de amônio (alta densidade e baixa densidade), misturas de nitrato de amônio e nitrato de cálcio e misturas de nitrato de cálcio e magnésio (ou qualquer combinação dos mesmos) e grânulos de N, P, K solúveis em água com ou sem microelementos.

Com referência o desenho, um aparelho de granulação de acordo com a invenção, é mostrado geralmente pelo número 10. O aparelho 10 inclui um primeiro e um segundo leito fluidizado 12 e 14 que estão em comunicação direta entre

si. "Comunicação direta" e "diretamente" significa que não existe nenhuma barreira entre os leitos fluidificados e que os grânulos formados no primeiro leito fluidizado 12 fluem para o segundo leito fluidizado 14 sem
5 necessidade de um conduto ou transportador.

O primeiro leito fluidizado 12 é alojado num granulador 16 definido por um gabinete de aço. O primeiro leito fluidizado está localizado acima de uma placa perfurada horizontalmente orientada 20. Uma corrente de ar 18 é
10 bombeada para o fundo do granulador 16, através da placa perfurada 20 para o interior do leito fluidizado 12 e extraída numa saída superior 22, onde em seguida o ar é passado através de um lavador de gases e descarregado na atmosfera.

15 A placa perfurada 20 possui uma área de superfície de 0,8 m² a 2m², preferivelmente de 1m² a 1,6 m², tipicamente de cerca de 1,4 m² e as perfurações têm um diâmetro de 1 a 3 mm, tipicamente 1,6 mm. O primeiro leito fluidizado 12 é dividido em duas zonas que são mostradas como Zona 1 e
20 Zona 2. A Zona 1 pode ser de 0,5m - 1m, tipicamente de cerca de 0,7m de comprimento e a Zona 2 pode ser de 1,4m - 2m, tipicamente de cerca de 1,7m de comprimento. A Zona 1 é uma zona de condicionamento e a Zona 2, que inclui uma pluralidade de (neste caso 6) bocais atomizados 26A-
25 26F, é uma zona de granulação. Os bocais de ar atomizado 26A-26F são dispostos para liberar um fundido de nitrato num padrão de pulverização de jato plano perpendicular ao fluxo de ar 18 através da placa perfurada 20. Cada bocal 26A-26F é provido de uma válvula (não mostrada) de forma
30 que a pulverização de um bocal pode ser desligada quando se requer uma vazão mais baixa. Opcionalmente, a Zona 2 pode incluir uma pluralidade de barreiras, neste caso seis defletores planares verticalmente orientados 24A-24F. Cada defletor 24A-24F está localizado acima de um
35 bocal 26A-26F. O tamanho de cada defletor 24A-24F é selecionado para garantir fluxo de massa constante por área transversal.

Uma rosca de avanço 28 é provida para alimentar partículas de semente para o interior do granulador 16. O segundo leito fluidizado 14 está alojado num resfriador primário 30 definido por um gabinete de aço. O segundo
5 leito fluidizado está localizado acima de uma placa perfurada horizontalmente orientada 31. A placa perfurada 31 possui uma área de superfície de $0,4\text{m}^2$ a 1m^2 , preferivelmente de $0,6\text{m}^2$ a $0,9\text{m}^2$, tipicamente de cerca de $0,85\text{m}^2$. Uma corrente de ar 32 é bombeada para o fundo
10 do resfriador primário 30, através da placa perfurada 31 e extraída numa saída superior 34, de onde em seguida o ar é passado através de um lavador de gases e descarregado na atmosfera. O resfriador primário 30 possui uma janela de inspeção (não mostrada) através da
15 qual os grânulos podem ser observados. Um operador pode verificar a partir do tamanho dos grânulos que passam pelo resfriador primário 30 se o aparelho está operando corretamente.

Grânulos de nitrato são removidos do resfriador primário
20 30 através de uma rosca 36. Os grânulos removidos pela rosca 36 são enviados para um separador 38. Partículas de tamanho abaixo do normal 40 do separador 38 são recicladas através de uma calha 42 para a rosca de avanço 28 como partículas de semente para o primeiro leito
25 fluidizado 12. Grânulos de tamanho acima do normal 44 são enviados para um triturador 46, triturados, e também reciclados através da calha 42 para a rosca de avanço 28 como partículas de semente. Se as partículas recicladas não forem passadas pelo resfriador primário 30 para
30 resfriamento antes da reciclagem, poderá ocorrer um desequilíbrio térmico no leito fluidizado 12 quando as partículas forem recicladas. Partículas de tamanho normal 38 são enviadas para um resfriador secundário 50 onde são resfriadas a uma temperatura de aproximadamente 35°C e
35 então enviadas para embalagem 52.

Numa primeira concretização da invenção, que se refere à produção de grânulos de nitrato de cálcio, o ar ambiente

é arrastado para dentro de um condensador e condicionado para remover a umidade do ar. O ar condicionado preferivelmente tem uma umidade relativa inferior a 30% a 40°C. O ar condicionado é então passado por um aquecedor a vapor que aquece o ar a uma temperatura de 60°C a 100°C, tipicamente de 80°C a 100°C. O ar condicionado e aquecido 18, é então bombeado para dentro do granulador 16 para formar o primeiro leito fluidizado 12. Numa concretização preferida, o ar aquecido 18 está a uma temperatura de 90°C e tem uma umidade relativa inferior a 10%.

Um fundido de nitrato de cálcio líquido é bombeado para dentro do granulador 16 através dos bocais 26. O fundido de nitrato de cálcio é produzido reagindo-se uma fonte de cálcio, por exemplo carbonato de cálcio com ácido nítrico. Nesta concretização da invenção, uma solução de ácido nítrico a 60% é neutralizada com calcário (CaCO_3). Um pequeno excesso de ácido nítrico é utilizado para converter todo a cal. Impurezas não dissolvidas são então removidas por filtração e o excesso de ácido nítrico na solução é neutralizado com calcário. Esta neutralização com calcário garante que os grânulos sejam de cor branca. É possível neutralizar a solução com amônia. Porém, tal solução é mais difícil de filtrar o que pode levar à descoloração dos grânulos. Após neutralização com calcário, nitrato de amônio é adicionado para prover uma concentração de 1 mole de nitrato de amônio em solução. O nitrato de cálcio líquido que tem uma concentração de 70% - 80% (m/m) é passado para uma unidade de concentração e concentrado até 85% - 90% (m/m) com um teor de umidade livre de 10% - 15%, utilizando vapor a uma pressão de 8 - 10 bar (0,8 - 1 MPA). O fundido de nitrato de cálcio concentrado é então injetado para o interior do primeiro leito fluidizado 12 do granulador 16 através de bocais de pulverização 26 a uma temperatura de 130°C a 140°C. O líquido é forçado através dos bocais de pulverização pela ação de uma bomba. Além da pressurização através da

bomba, o líquido é pressurizado através de ar comprimido a uma pressão de 4-7 bar (0,4 - 0,7 MPA). O ar comprimido é aquecido a uma temperatura de 40°C a 70°C. O ar comprimido aquecido retarda a cristalização do fundido
5 que promove a disposição dos grânulos em camadas e aumenta a formação dos grânulos esféricos preferidos da invenção.

Partículas de semente de nitrato de cálcio que tem um tamanho de aproximadamente 1 a 5 mm são alimentados para
10 dentro do granulador 16 através da rosca de avanço 28. As partículas de semente passam pela Zona 1 do primeiro leito fluidizado 12 onde são preconicionadas, ou seja, aquecidas pelo ar quente 18 e também secadas. Esta etapa de preconicionamento garante disposição em camadas ótima
15 sobre as sementes para garantir dureza, lisura e esfericidade dos grânulos ao entrar na Zona 2. Quando as partículas de semente entram na Zona 2 do primeiro leito fluidizado 12, o nitrato de cálcio líquido pulverizado pelos bocais 26 é depositado sobre as
20 partículas de semente de nitrato de cálcio para formar grânulos de nitrato de cálcio. Os grânulos de nitrato de cálcio são muito higroscópicos. O ar aquecido e condicionado 18, que tem uma umidade relativa inferior a 10% a 90°C é muito importante. Se o ar 18 não for
25 condicionado, os grânulos poderão absorver umidade do ar, tornar-se pegajosos e se aglomerarem. Na Zona 2, gotículas atomizadas de pulverização de fundido contatam as partículas no leito fluidizado e formam uma camada sobre as partículas, causando assim tamanho de
30 crescimento uniforme. A configuração dos defletores 24A-24F pode otimizar o contato entre as gotículas e partículas e evitar refluxo, o que reduz a supergranulação e partículas com tamanho acima do normal. Os grânulos de nitrato de cálcio formados no primeiro
35 leito fluidizado 12 fluem diretamente para o interior do segundo leito fluidizado adjacente 14 do resfriador primário 30. O resfriador primário 30 resfria os grânulos

até abaixo de 60°C, tipicamente de cerca de 50°C a 60°C, com ar condicionado 32 que tenha sido aquecido a uma temperatura de 30°C a 40°C. Embora, geralmente, as partículas sejam resfriadas entre 50°C e 60°C, é possível

5 resfriar as partículas a uma temperatura inferior acima de 30°C, pois, na presente configuração do aparelho 10, as partículas de semente resfriadas retornam ao alimentador 28 e podem ser aquecidas à temperatura requerida na Zona de acondicionamento 1. Se os grânulos

10 não tiverem passado pelo resfriador primário 30 para resfriamento, pode ocorrer um desequilíbrio térmico quando as partículas forem recicladas. Também, os grânulos poderiam ficar muito quentes, resultando em seu derretimento ou amolecimento. O resfriador primário 30

15 também possibilita aumentar a capacidade de produção do granulador 16, à medida que a taxa de escoamento do fundido quente a uma temperatura de 130°C a 140°C para o interior do granulador 16, puder ser aumentada.

Os grânulos de nitrato de cálcio do resfriador primário

20 30 são removidos por uma rosca 36. Os grânulos removidos pela rosca 36 são separados no separador 38 e as partículas finas são recicladas para a rosca de avanço 28 como partículas de semente. Grânulos de tamanho acima do normal são triturados no triturador 46 e também

25 reciclados para a rosca de avanço 28. Grânulos de tamanho normal (90% de 2mm a 4 mm) são enviados do separador 38 para o resfriador secundário 50 para resfriamento e então para embalagem.

Numa segunda concretização da invenção, que se refere à

30 produção de grânulos de nitrato de magnésio, o ar ambiente é arrastado para dentro de um condensador e condicionado para remover a umidade do ar. O ar condicionado preferivelmente tem uma umidade relativa inferior a 30% a 40°C. O ar condicionado é então passado

35 por um aquecedor a vapor que aquece o ar a uma temperatura de 50°C a 100°C, tipicamente de 50°C a 70°C. O ar aquecido e condicionado 18, é então bombeado para o

interior do granulador 16 para formar o primeiro leito fluidizado. Numa concretização preferida, o ar aquecido 18 está a uma temperatura de 65°C e tem uma umidade relativa inferior a 15%.

5 Um fundido de nitrato de magnésio líquido é bombeado para o interior do granulador 16 através dos bocais 26. O fundido de nitrato de magnésio é produzido reagindo-se uma fonte de magnésio, por exemplo, óxido de magnésio, com ácido nítrico. Nesta concretização da invenção, é
10 utilizada uma solução de ácido nítrico a 60%. Impurezas não dissolvidas são removidas do líquido através de filtração. O nitrato de magnésio líquido, que tem uma concentração de 45% - 60% (m/m) é passado para uma unidade de concentração e é concentrado a 90% - 95%
15 (m/m), com um teor de umidade livre de 5-10% utilizando vapor a uma pressão de 8 - 10 bar (0,8 - 1 MPA). O fundido de nitrato de magnésio concentrado é então injetado no primeiro leito fluidizado 12 do granulador 16 através de bocais de pulverização 26 a uma temperatura de
20 135°C a 145°C. O líquido é forçado pelos bocais de pulverização através da ação de uma bomba. Além da pressurização por bomba, o líquido é pressurizado por ar comprimido a uma pressão de 4-7 bar (0,4-0,7 MPA). O ar comprimido é aquecido a uma temperatura de 40°C a 70°C. O
25 ar comprimido aquecido retarda a cristalização do fundido que promove a disposição dos grânulos em camadas e aumenta a formação dos grânulos esféricos preferidos da invenção.

Partículas de semente de nitrato de magnésio com um
30 tamanho aproximado de 1 a 5mm são alimentadas para o interior do granulador 16 através da rosca de avanço 28. As partículas de semente passam pela Zona 1 do primeiro leito fluidizado 12 onde são condicionadas, ou seja, aquecidas pelo ar quente 18 e também secadas. Esta etapa
35 de condicionamento garante disposição em camadas ótima sobre as sementes para garantir dureza, lisura e esfericidade dos grânulos ao entrar na Zona 2. Quando as

partículas de semente entram na Zona 2 do primeiro leito fluidizado 12, o nitrato de magnésio líquido pulverizado pelos bocais 26 é depositado sobre as partículas de semente de nitrato de magnésio para
5 formar grânulos de nitrato de magnésio. Os grânulos de nitrato de magnésio são muito higroscópicos. O ar aquecido e condicionado 18, que tem uma umidade relativa inferior a 15% a 65°C é muito importante. Se o ar 18 não for condicionado, os grânulos poderão absorver umidade do
10 ar, tornar-se pegajosos e se aglomerarem. Na Zona 2, gotículas atomizadas de fundido aspergem partículas de contato no leito fluidizado e formam uma camada sobre as partículas, causando assim tamanho de crescimento uniforme. A configuração dos defletores 24A-24C pode
15 otimizar o contato entre as gotículas e partículas e impedir o refluxo, o que reduz a supergranulação e partículas com tamanho acima do normal.

Os grânulos de nitrato de magnésio formados no primeiro leito fluidizado 12 fluem diretamente para o interior do
20 segundo leito fluidizado adjacente 14 do resfriador primário 30. O resfriador primário 30 resfria os grânulos até abaixo de 60°C, tipicamente de cerca de 40°C a 50°C, com ar condicionado 32 que tenha sido aquecido a uma temperatura de 30°C a 40°C. Tipicamente o ar 32 está a
25 uma temperatura de 40°C e tem uma umidade relativa de 22%. Se os grânulos não tiverem passado pelo resfriador primário 30 para resfriamento, pode ocorrer um desequilíbrio térmico quando as partículas forem recicladas. Também, os grânulos poderiam ficar muito
30 quentes, resultando em seu derretimento ou amolecimento. O resfriador primário 30 também possibilita aumentar a capacidade de produção do granulador 16, à medida que a taxa de escoamento do fundido quente, a uma temperatura de 130°C a 140°C para o interior do granulador 16, puder
35 ser aumentada.

Os grânulos de nitrato de magnésio do resfriador primário são removidos pela rosca 36. Os grânulos removidos pela

rosca 36 são separados no separador 38 e as partículas finas são recicladas para a rosca de avanço 28 como partículas de semeadura. Grânulos de tamanho acima do normal são triturados no triturador 46 e também

5 reciclados para a rosca de avanço 28. Grânulos de tamanho normal (de 2mm a 5 mm) são enviados do separador 38 para o resfriador secundário 50 para resfriamento e então embalagem.

Numa terceira concretização da invenção, que se refere à

10 produção de grânulos de nitrato de amônio/nitrato de cálcio, um processo em batelada é utilizado para produzir uma solução de nitrato de cálcio/nitrato de amônio. Diversas relações de nitrato de cálcio e nitrato de amônio podem ser preparadas, com o nitrato de cálcio por

15 exemplo variando de 10 - 50%. A solução resultante é concentrada para remover água e então transferida para tanques de armazenagem.

Esta solução é então concentrada à pressão atmosférica evaporando-se a água. Isto pode ser realizado passando-se

20 serpentinas de vapor (8 bar/0,8 Mpa) num tanque concentrador. Com referência à Figura, a solução concentrada (a uma concentração de 82-90%) a uma temperatura de 105-120°C é bombeada para o interior do granulador 16 do aparelho 10 através de cinco bocais 26 a

25 uma taxa de 2,0 - 3,0 t/h. O granulador 16 aloja um primeiro leito fluidizado tendo uma área de superfície fluidificante total 20 de 1m² com 8% de aberturas de furos com 1,5 mm de diâmetro. O ar 18 suprido para este leito fluidizado tem uma temperatura de 70°C e uma

30 umidade relativa inferior a 15%.

Grânulos de nitrato de amônio/nitrato de cálcio formados no granulador 16 fluem diretamente para o resfriador primário 30, que aloja um segundo leito fluidizado tendo uma área de superfície fluidificante total de 0,65 m².

35 Este segundo leito fluidizado tem as mesmas aberturas como no primeiro leito fluidizado. O ar condicionado 32 suprido para o segundo leito fluidizado está a uma

temperatura de 40°C e uma umidade relativa de 21,7% a 40°C.

Os grânulos do resfriador primário 30, com tamanhos de partícula variando de <0,5mm a 10mm são então enviados
5 para um separador. Os grânulos são separados utilizando-se uma tela de base dupla com aberturas dimensionadas entre 2-5mm. Como acontece com os métodos acima mencionados, as partículas com tamanho abaixo do normal são recicladas para o primeiro leito fluidizado 12 e as
10 partículas com tamanho acima do normal são trituradas até um tamanho inferior a 2,5 mm e também restituídas ao primeiro leito fluidizado como partículas de sementeira. O produto final é passado para dentro do resfriador secundário com uma superfície fluidificante total de 0,6
15 m² e o mesmo tamanho de abertura dos outros leitos fluidificados. O produto final que sai do resfriador secundário tem uma temperatura de 35°C. O produto final é ensacado diretamente em sacos de 1 ton (1000 kg). Estes sacos são então transportados para uma unidade de
20 ensacamento onde são acondicionados em sacos de 25 kg.

Os grânulos de nitrato produzidos pelo aparelho e pelo processo da invenção são de formato esférico, duros e secos e não se desintegram facilmente durante o manuseio. Tipicamente, os grânulos têm uma dureza média de 3,5 kg a
25 4,5 kg. A dureza é determinada aplicando-se uma força medida em quilos sobre um único grânulo na faixa de tamanho de 2-4 mm, com o resultado da dureza sendo a força em quilogramas que resulta na fratura do grânulo, ou seja o ponto de rendimento. Os grânulos também têm uma
30 baixa tendência de aglutinação, são facilmente solúveis em água e têm uma distribuição de tamanho de partícula uniforme.

Uma das principais vantagens do aparelho 10, de acordo com a invenção, é o fato de ser compacto. A seção de
35 granulação de uma fábrica pode caber num espaço de 80 m². Embora compacto, o aparelho 10 é capaz de gerar taxas de produção muito altas de 3-5 tons/h por m² de área de

placa perfurada do granulador. Assim, o aparelho mostrado no Desenho e descrito nesta invenção pode operar a uma taxa de produção de 8 toneladas/hora. Embora o aparelho possa ser operado a taxas de produção muito altas, a taxa de produção pode, se necessário, ser reduzida desligando-se um ou mais bocais durante períodos de baixa demanda. Finalmente, a unidade de granulação como um todo pode ser operada por um único operador.

A invenção será agora descrita com maiores detalhes nos seguintes exemplos não restritivos.

EXEMPLO 1

Uma primeira solução de nitrato de cálcio líquido foi produzida num processo contínuo neutralizando-se ácido nítrico com carbonato de cálcio. 8,5 toneladas/hora de uma solução de ácido nítrico a 60% foram neutralizadas com 4,1 toneladas/hora de carbonato de cálcio. Um pequeno excesso de ácido nítrico foi utilizado. A solução foi então passada por uma filtro prensa laminar para remover matéria insolúvel e então neutralizada com 0,12 toneladas/hora de amônia para formar nitrato de amônio na solução. A razão molar de nitrato de cálcio para nitrato de amônio na solução foi de 5:1. A primeira solução tinha a seguinte composição:

Cálcio.....	14,7% (m/m)
25 Nitrogênio em forma amoniacal....	1,0% (m/m)
Nitrogênio em forma de nitrato...	11,3% (m/m)

A primeira solução mencionada foi então concentrada à pressão atmosférica evaporando-se água da solução com o uso de vapor a uma pressão de 8 bar (0,8 MPA) através de serpentinas de vapor num tanque concentrador, para formar uma segunda solução concentrada. A segunda solução tinha um teor de água de 13,2% (excluindo-se a água de cristalização) e uma composição de:

Cálcio.....	16,4% (m/m)
35 Nitrogênio em forma amoniacal....	1,2% (m/m)
Nitrogênio em forma de nitrato...	12,8% (m/m)

A segunda solução atinge uma temperatura de 139°C durante

a etapa de evaporação.

Com referência à Figura, a segunda solução foi então bombeada para dentro de um granulador 16 através de quatro bocais atomizadores de ar 26 a uma taxa de 4,5 toneladas/hora. O granulador 16 foi suprido com ar condicionado aquecido 18. O ar condicionado, que tinha sido passado por um condensador do tipo radiador, tinha uma umidade relativa de 28% a 40°C, foi aquecido até uma temperatura de 90°C para prover ar condicionado aquecido 18 com uma umidade relativa inferior a 10%. O granulador 16 alojava um primeiro leito fluidizado com uma superfície fluidificante total de 1,00 m² com 8% de aberturas de furos com 1,5mm de diâmetro.

Os grânulos de nitrato de cálcio produzidos no granulador 16 fluíram diretamente para um resfriador primário 30 tendo um segundo leito fluidizado com uma superfície fluidificante total de 0,65 m² e as mesmas aberturas do primeiro leito fluidizado. O segundo leito fluidizado foi suprido com ar condicionado aquecido do condensador do tipo radiador. O ar condicionado tinha uma umidade relativa de 28% a 40°C e foi aquecido até uma temperatura de 40°C.

Os grânulos do resfriador primário 30, com tamanhos de partícula variando de <0,5mm a 10 mm, foram então enviados para um separador. Os grânulos foram separados utilizando-se uma tela de base dupla com aberturas dimensionadas entre 2-5mm. Partículas com tamanho abaixo do normal são recicladas para o primeiro leito fluidizado e partículas com tamanho acima do normal são trituradas até atingir um tamanho inferior a 2,5mm e também restituídas ao primeiro leito fluidizado, como partículas de sementeira. O produto final foi passado para o interior de um resfriador secundário com uma superfície fluidificante total de 0,6 m² e o mesmo local de abertura como nos outros leitos fluidificados. O produto final que saía do resfriador secundário tinha uma temperatura de 35°C. O produto final foi ensacado diretamente em sacos

de 1 tonelada (1000 kg). Estes sacos foram transportados até uma unidade de ensacamento onde foram acondicionados em sacos de 25 kg. A composição do produto final foi a seguinte:

- 5 Cálcio..... 18,4% (m/m)
 Nitrogênio em forma amoniacal.... 1,45% (m/m)
 Nitrogênio em forma de nitrato... 14,05% (m/m)
 1 ton = 1×10^3 kg

EXEMPLO 2

- 10 Um processo em batelada é utilizado para produzir uma solução de nitrato de magnésio. Reagiu-se 1,8 t de óxido de magnésio com 5,4 m³ de ácido nítrico a 60% e 7 m³ de água. A solução resultante foi então passada por um filtro prensa laminar para remover qualquer matéria
 15 insolúvel e então transferida para tanques de armazenagem. Foi obtida a seguinte composição:

Magnésio : 5,33% (m/m)
 Nitrogênio: 6,14% (m/m)

- Esta solução foi então concentrada à pressão atmosférica evaporando-se a água. Isso foi executado passando-se
 20 serpentinas de vapor (8 bar / 0,8 Mpa) num tanque concentrador. Com referência à Figura, a segunda solução a uma concentração de 95%, com uma temperatura de 135-145°C foi bombeada para o interior do granulador 16 do
 25 aparelho 10 através de cinco bocais 26 a uma taxa de 1,5t/h. O granulador 16 alojava um primeiro leito fluidizado tendo uma área de superfície fluidificante total 20 de 1 m² com 8% das aberturas de furos com 1,5 mm de diâmetro. O ar 18 suprido para este leito fluidizado
 30 tinha uma temperatura de 65°C e uma umidade relativa inferior a 15%.

- Os grânulos de nitrato de magnésio do granulador 16 fluíam diretamente para o resfriador primário 30, que alojava um segundo leito fluidizado tendo uma área de
 35 superfície fluidificante total de 0,65 m². Este segundo leito fluidizado tinha as mesmas aberturas como no primeiro leito fluidizado. O ar condicionado 32 suprido

para o segundo leito fluidizado estava a uma temperatura de 40°C e tinha uma umidade relativa de 21,7% a 40°C. Os grânulos do resfriador primário 30, com tamanhos de partícula variando de <0,5mm a 10mm foram então enviados

5 para o separador. Os grânulos foram separados utilizando-se uma tela de base dupla com aberturas dimensionadas entre 2-5mm. Partículas de tamanho abaixo do normal são recicladas para o primeiro leito fluidizado e partículas de tamanho acima do normal são trituradas até atingir um

10 tamanho inferior a 2,5mm e também restituídas ao primeiro leito fluidizado, como partículas de sementeira. O produto final foi passado para o interior do resfriador secundário com uma superfície fluidificante total de 0,6m² e o mesmo local de abertura como nos outros leitos

15 fluidificados. O produto final que saía do resfriador secundário tinha uma temperatura de 35°C. O produto final foi ensacado diretamente em sacos de 1 ton (1000 kg). Estes sacos foram transportados até uma unidade de ensacamento onde foram acondicionados em sacos de 25 kg.

20 A composição de produto final era a seguinte:

Magnésio..... 9,45% (m/m)

Nitrogênio..... 10,90% (m/m)

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho para produzir grânulos, caracterizado pelo fato de incluir:

- um primeiro leito fluidizado e um ou mais bocais de pulverização para pulverizar um fundido no interior do primeiro leito fluidizado para formar grânulos; e
- um segundo leito fluidizado que está em comunicação direta com o primeiro leito fluidizado para resfriar grânulos formados no primeiro leito;

sendo que o primeiro leito fluidizado é dividido em uma zona de condicionamento e uma zona de granulação que inclui os citados um ou mais bocais de pulverização.

2. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de o segundo leito fluidizado ser arranjado para resfriar os grânulos a uma temperatura de 60°C ou menos.

3. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de o segundo leito fluidizado ser arranjado para resfriar os grânulos a uma temperatura de 30°C a 60°C.

4. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de os bocais de pulverização proverem um padrão de pulverização de jato plano que é perpendicular ao fluxo de ar no primeiro leito fluidizado.

5. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o primeiro leito fluidizado ter uma área de superfície de 0,8 m² a 2m².

6. Aparelho, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de o primeiro leito fluidizado ter uma área de superfície de 1m² a 1,6m².

7. Aparelho, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de o primeiro leito fluidizado ter uma área de superfície de cerca de 1,4 m².

8. Aparelho, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de a zona de condicionamento do primeiro leito fluidizado ter um comprimento de 0,5m - 1m

e a zona de granulação do primeiro leito fluidizado ter um comprimento de 1,4m - 2m.

9. Aparelho, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de a zona de condicionamento do primeiro leito fluidizado ter um comprimento de cerca de 0,7m e a zona de granulação do primeiro leito fluidizado ter um comprimento de cerca de 1,7m.

10. Aparelho, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de o segundo leito fluidizado ter uma área de superfície de 0,4m² a 1m².

11. Aparelho, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de o segundo leito fluidizado ter uma área de superfície de 0,6m² - 0,9m².

12. Aparelho, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de o segundo leito fluidizado ter uma área de superfície de cerca de 0,85 m².

13. Método para utilizar o aparelho para produzir grânulos, conforme definido na reivindicação 1, caracterizado pelo fato de incluir:

(a) formar os grânulos de nitrato em um primeiro leito fluidizado dividido em uma zona de condicionamento e uma zona de granulação tendo pelo menos um bocal de pulverização;

(b) passar os grânulos formados no primeiro leito fluidizado diretamente em um segundo leito fluidizado e resfriar os grânulos de nitrato em uma temperatura de 60°C ou menos no segundo leito fluidizado;

(c) encaminhar os grânulos do segundo leito fluidizado para um separador; e

(d) (i) reciclar as partículas indesejadas para o primeiro leito fluidizado; e/ou

(ii) triturar as partículas de tamanho maiores e reciclar as partículas trituradas para o primeiro leito fluidizado.

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de os bocais de pulverização serem pressurizados com ar comprimido que foi aquecido a

uma temperatura de 40°C a 70°C.

15. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de o ar fluidificante suprido para a zona de condicionamento ter as mesmas propriedades
5 do ar fluidificante que é suprido para a zona de granulação.

16. Método, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de o ar fluidificante suprido para as zonas de condicionamento e de granulação estarem
10 condicionados em uma humidade relativa menor que 30% a 40°C e aquecidos a uma temperatura de 40°C a 100°C.

17. Método, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de os grânulos no segundo leito fluidizado serem resfriados a uma temperatura de 30°C a
15 60°C.

18. Método, de acordo com a reivindicação 17, para produzir grânulos de nitrato de cálcio, caracterizado pelo fato de o ar suprido ao primeiro leito fluidizado ser aquecido a uma temperatura de 60°C a 100°C e o ar
20 suprido ao segundo leito fluidizado ser aquecido a uma temperatura de 30°C a 60°C.

19. Método, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de o ar suprido ao primeiro leito fluidizado ser aquecido a uma temperatura de 80°C a
25 100°C.

20. Método, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de o ar suprido ao primeiro leito fluidizado ser aquecido a uma temperatura de 90°C e ter uma umidade relativa menor que 10%.

21. Método, de acordo com a reivindicação 16, para produzir grânulos de nitrato de magnésio, caracterizado pelo fato de o ar suprido ao primeiro leito fluidizado ser aquecido a uma temperatura de 50°C a 100°C e o ar
30 suprido ao segundo leito fluidizado ser aquecido a uma temperatura de 30°C a 50°C.
35

22. Método, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de o ar suprido ao primeiro leito

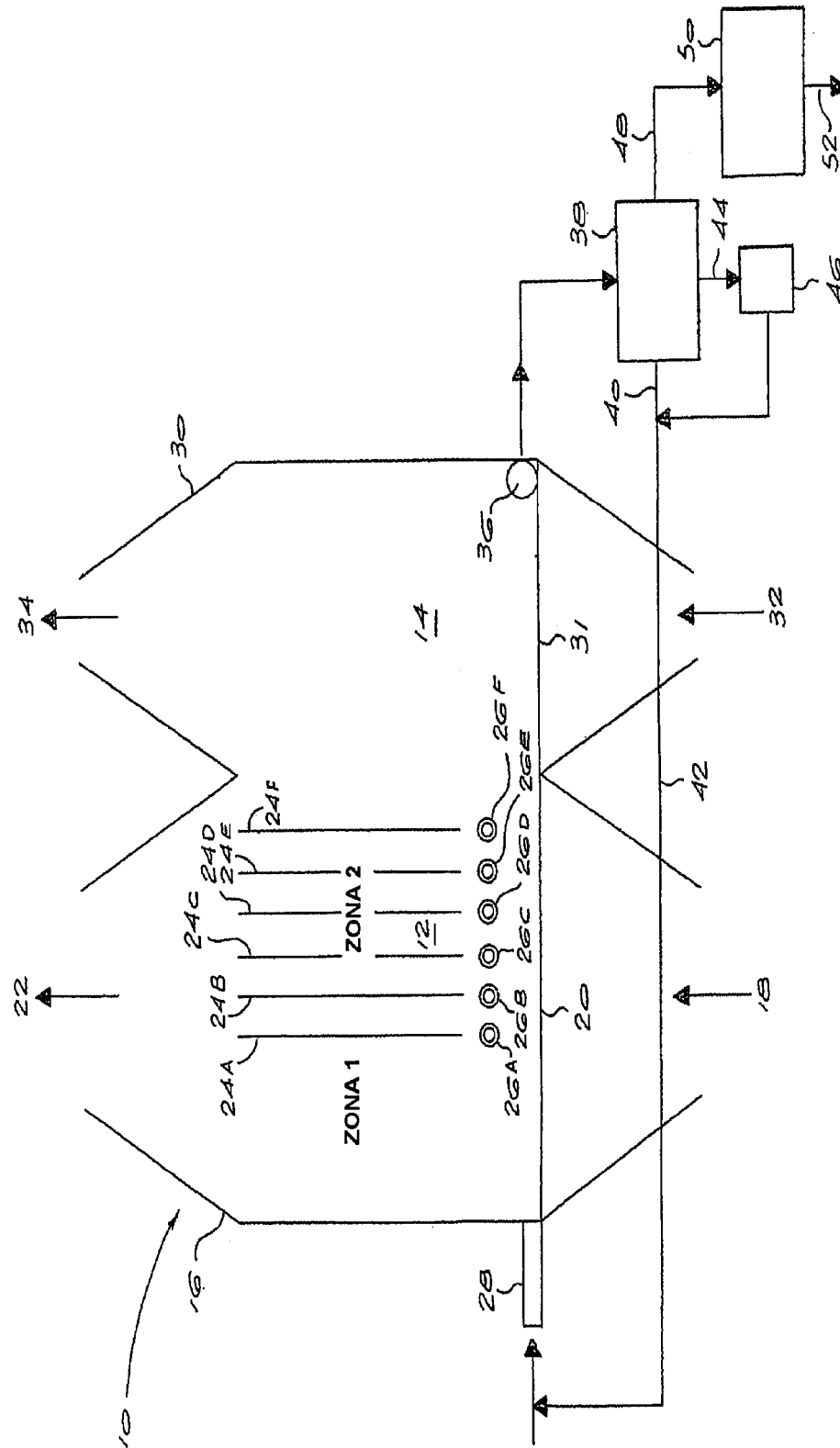
fluidizado ser aquecido a uma temperatura de 50°C a 70°C.

23. Método, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de o ar suprido ao primeiro leito fluidizado ser aquecido a uma temperatura de cerca de 5 65°C e ter uma umidade relativa menor que 15%.

24. Método, de acordo com a reivindicação 13, para produzir grânulos de nitrato de amônio/nitrato de cálcio, caracterizado pelo fato de o ar suprido ao primeiro leito fluidizado ser aquecido a uma temperatura de 50°C a 100°C 10 e o ar suprido ao segundo leito fluidizado ser aquecido a uma temperatura de 30°C a 50°C.

25. Método, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de o ar suprido ao primeiro leito fluidizado ser aquecido a uma temperatura de 50°C a 80°C.

15 26. Método, de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de o ar suprido ao primeiro leito fluidizado ser aquecido a uma temperatura de cerca de 70°C e ter uma umidade relativa menor que 15%.



RESUMO

"APARELHO PARA PRODUZIR GRÂNULOS E MÉTODO PARA UTILIZAR O APARELHO PARA PRODUZIR GRÂNULOS"

A presente invenção refere-se a um aparelho (10) para
5 produzir grânulos de nitrato. O aparelho (10) inclui um
primeiro leito fluidizado (12) que é suprido com ar (18)
que foi condicionado a uma umidade relativa inferior a
30% a 40°C e aquecido a uma temperatura de 40°C a 100°C.
Um ou mais bocais de pulverização (26) são providos para
10 pulverizar um fundido de nitrato no interior do primeiro
leito fluidizado (12) para formar grânulos de nitrato. O
aparelho (10) também inclui um segundo leito fluidizado
(14) que está em comunicação direta com o primeiro leito
fluidizado (12). Os grânulos de nitrato formados no
15 primeiro leito fluidizado (12) fluem diretamente para o
segundo leito fluidizado (14) onde são resfriado a uma
temperatura inferior a 60°C. Os grânulos de nitrato
produzidos pelo aparelho (10) e o processo da invenção
tem formato esférico, são duros e secos e não se
20 desintegram facilmente durante o manuseio. Uma das
principais vantagens do aparelho (10) de acordo com a
invenção é o fato de ser compacto, capaz de taxas de
produção muito altas, e poder ser operado por um único
operador.