

(11) *Número de Publicação:* PT 90237 B

(51) *Classificação Internacional:* (Ed. 5)

B01J002/24 A

A23F005/38 B

(12) *FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO*

(22) <i>Data de depósito:</i> 1989.04.10	(73) <i>Titular(es):</i> SOCIÉTÉ DES PRODUITS NESTLÉ, SA. CH-1800 VEVEY VEVEY (SUISSE) CH
(30) <i>Prioridade:</i> 1988.04.11 US 180226	
(43) <i>Data de publicação do pedido:</i> 1989.11.10	(72) <i>Inventor(es):</i> SHENG-HSIUNG HSU US
(45) <i>Data e BPI da concessão:</i> 09/93 1993.09.02	(74) <i>Mandatário(s):</i> JOÃO DE ARANTES E OLIVEIRA RUA DO PATROCÍNIO 94 1350 LISBOA PT

(54) *Epígrafe:* PROCESSO E APARELHO PARA A AGLOMERAÇÃO DE PARTICULAS

(57) *Resumo:*

[Fig.]

DESCRIÇÃO
DA
PATENTE DE INVENÇÃO

N.º 90 237

REQUERENTE: SOCIÉTÉ DES PRODUITS NESTLÉ S.A., suíça, com
sede em Vevey, Suíça.

EPÍGRAFE: " PROCESSO E APARELHO PARA A AGLOMERAÇÃO DE
PARTÍCULAS " .

INVENTORES: Sheng-Hsiung Hsu.

Reivindicação do direito de prioridade ao abrigo do artigo 4.º da Convenção de Paris
de 20 de Março de 1883. Estados Unidos da América, em 11 de
Abril de 1988. sob o n.º. 07/180 226.


Descrição referente à patente de invenção de Sociéte des Produits Nestlé S.A., suíça, industrial e comercial, com sede em Vevey, Suíça, (inventor: Sheng-Hsiung Hsu, residente nos E.U. A.), para "PROCESSO E APARELHO PARA A AGLOMERAÇÃO DE PARTÍCULAS".

DESCRIÇÃO

A presente invenção refere-se à aglomeração de materiais em partículas pulverulentas e solúveis na água.

São usados muitos e variados processos e aparelhos propostos para a aglomeração de produtos solúveis na água, em especial produtos comestíveis, incluindo o café solúvel. Para os materiais comestíveis, as técnicas da aglomeração visam ajustar as dimensões das partículas, a densidade a granel e outras características do produto sem prejudicar o seu aroma.

São conhecidos muitos processos nos quais a aglomeração é conseguida por meio de forças mecânicas de compressão de modo que o material a aglomerar é modelado na forma de folhas, por exemplo, sendo depois as folhas subdivididas em aglomerados. Entre estes processos contam-se os procedimentos, tais como os descritos nas patentes americanas 2 400 292 e 4 308 288 e na patente inglesa 743 150, por exemplo. Pode encontrar-se uma variação sobre este tema no pedido de patente



publicado alemão 24 02 446 que apresenta o humedecimento de material em partículas que se pretende aglomerar e depois a aplicação de calor e pressão ao material humidificado entre duas placas, sendo então o material comprimido raspado da placa inferior e depois subdivido para obter os aglomerados.

A patente americana 3 615 670 descreve um processo e um aparelho nos quais as partículas a aglomerar são humedecidas e dispersas sobre uma superfície sólida de suporte que se faz passar sobre uma zona aquecida para elevar a temperatura das partículas até ao seu ponto de fusão e secar as partículas fundidas. As partículas fundidas, que têm a forma de uma folha, são depois transferidas para uma segunda zona onde são arrefecidas rapidamente, e depois a folha é subdividida para obter os aglomerados.

A aglomeração de materiais solúveis na água tem também sido realizada por processos e com aparelhos bem conhecidos do técnico, que utilizam uma torre e aparelhos associados para contacto com partículas arrastadas numa corrente de ar de um material em partículas com vapor de água num ambiente turbulento, o que força o contacto entre as partículas humedecidas para efectuar a aglomeração. Em tais processos, são necessárias quantidades de energia substanciais, bem como de humidade sob a forma de vapor e, tipicamente, apenas pode obter-se um tipo de produto que é caracterizado por os aglomerados terem uma forma lisa e arredondada. Por outro lado, devido à quantidade de humidade e de calor utilizada, geralmente, o aroma é afectado de maneira um tanto adversa.


Adicionalmente, tipicamente os processos convencionais de aglomeração numa torre com uma corrente turbulenta de vapor exigem que as partículas a aglomerar tenham dimensões médias na gama que vai de cerca de 20 μm a cerca de 50 μm . Assim, quando se utiliza esse processo com materiais que foram produzidos por secagem de uma pulverização, como é habitual nesta técnica, geralmente, é necessária uma primeira fase de redução das dimensões das partículas obtidas por secagem de uma pulverização antes do processo da aglomeração visto que os processos convencionais de secagem de uma pulverização tipicamente produzem partículas com dimensões médias que vão

de 75 μ m a cerca de 100 μ m.

Um outro processo que utiliza um jacto de vapor de água para aglomerar pequenas partículas de café transportadas numa corrente de ar e que estão sob a forma de flocos está descrito na patente americana 3 652 293. Como se ensina nesta patente, antes da aglomeração, obtêm-se os flocos por compressão mecânica das partículas de café. Descreve-se que da fase de aglomeração se obtém um produto aglomerado com uma superfície brilhante e uma aparência única. Um outro processo e aparelho para aglomeração de partículas arrastadas numa corrente de ar está descrito na patente americana 4 640 839 para reduzir os custos de energia e equipamento e para obter uma variedade de densidade, formas e aparência das partículas, incluindo uma aparência torrada e moída quando se aglomera café solúvel, enquanto se minimiza a degradação do aroma. Este processo implica a passagem de uma corrente de material em partículas a aglomerar através de um aparelho que possui meios para a difusão de um gás aquoso num fluxo não turbulento para o interior e em torno da corrente de material para obter a aglomeração.

Finalmente, o pedido de patente publicado europeu O 204 256 descreve a aglomeração de materiais solúveis na água para obter uma variedade de aparências, que incluem, em particular no caso do café solúvel, uma aparência de café torrado e moído e de café liofilizado, enquanto se usa uma quantidade mínima de humidade e de calor, minimizando assim a degradação do aroma. Neste processo e por meio do aparelho, as superfícies das partículas de uma corrente de material em partículas solúvel na água são aquecidas e humedecidas para formar um revestimento aderente nas partículas a aglomerar. As partículas aquecidas e humedecidas são depois lavadas a passar por um intervalo entre duas superfícies sem fim, sem aplicar qualquer pressão substancial pelas superfícies sem fim nas partículas, para fazer convergir, fundir-se e consolidar as partículas para ligar as partículas umas com as outras sem substancialmente afectar a configuração e a forma das partículas.

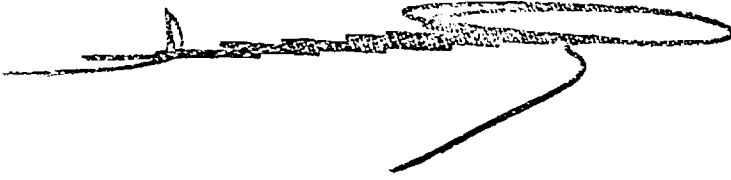
Segundo a presente invenção, formam-se aglomerados de material em partículas solúveis na água pela fusão das partículas do material sem a utilização de forças me



cânicas de compressão, ao mesmo tempo que se utiliza uma quantidade mínima de humidade e de energia. Substancialmente qualquer material em partículas solúvel na água que se pretenda aglomerar pode ser tratado pela presente invenção desde que o material seja de um tipo que tenha características para se tornar pelo menos um pouco fluente e para se tornar aderente, pegajoso ou plástico, pelo menos na sua superfície, quando humedecido e/ou aquecido.

O processo e o aparelho segundo a presente invenção proporcionam a formação de aglomerados com formas que vão desde os flocos aos grânulos de arestas vivas e às partículas esponjosas. Em particular no caso do processamento do café solúvel liofilizado segundo a presente invenção, podem formar-se aglomerados facilmente com uma aparência e textura semelhante ao café solúvel liofilizado. É também digno de nota o facto de a prática da presente invenção, em muitos casos, não exigir necessariamente uma fase de redução de dimensões dos materiais que foram primeiro processados por processos convencionais de secagem de uma pulverização.

O processo segundo a presente invenção é caracterizado por se transportar uma camada de partículas de um material em partículas solúvel na água numa superfície porosa, por se dirigir um fluxo laminar de ar húmido aquecido para a camada de partículas que está a ser transportada e por se aplicar uma pressão reduzida, isto é, uma pressão menor que a pressão atmosférica, de baixo à superfície porosa para arrastar o ar húmido aquecido para a camada de material, para pôr o ar húmido aquecido em contacto com as partículas do material em partículas transportado, durante um tempo suficiente para a fusão das partículas da camada nos pontos de contacto entre as superfícies das partículas, enquanto se impede substancialmente a condensação da humidade nos espaços vazios entre as superfícies das partículas. Obtêm-se os aglomerados subdividindo o material fundido, podendo os aglomerados ser seleccionados por dimensões, por exemplo por meio de crivos. Adicionalmente, depois de o material fundido ser removido da superfície porosa, o processo pode incluir o reforço do material fundido, o qual está em geral na forma de uma folha, dirigindo ar




úmido aquecido para entrar em contacto com a mesma, em particular com o lado da superfície do material que estava mais próximo da superfície porosa, para a fusão das partículas do material fundido nos pontos de contacto entre as superfícies das partículas, ao mesmo tempo que se impede substancialmente a condensação da humidade nos espaços vazios entre as superfícies das partículas.

Assim, quando se opera de acordo com o processo segundo a presente invenção, resulta a condensação capilar da humidade nos pontos de contacto entre as superfícies das partículas onde se formam microporos cujas dimensões se aproximam da gama micrométrica ou submicrométrica. A condensação de humidade nas superfícies das partículas fora dos microporos, isto é, nas superfícies das partículas em espaços vazios entre partículas, é substancialmente impedida.

Para os fins da presente memória descritiva e das reivindicações, com a expressão "espaços vazios entre as partículas" pretende-se significar locais onde as superfícies de partículas vizinhas não estão em contacto, isto é, os espaços vazios entre os pontos de contacto das partículas vizinhas. Segundo a presente invenção, a atmosfera em torno das partículas não está saturada com humidade, verificando-se a fusão das partículas, isto é, a aglomeração devido à condensação capilar, nos microporos nos pontos de contacto entre as superfícies das partículas. Assim, isto está muito em contraste com vários dos processos das técnicas anteriores, onde resulta que a humidade se condensa e se recolhe primariamente nas superfícies das partículas e/ou nos espaços vazios entre as partículas do material em partículas.

Uma forma de realização preferida do processo segundo a presente invenção é caracterizada por a superfície porosa do transportador formar a superfície de um tambor rotativo e por a pressão reduzida ser aplicada a partir do interior do tambor, com um valor que é pelo menos suficiente para manter a camada do material sobre a superfície porosa do tambor em toda a rotação do tambor. Nesta forma de realização, verificou-se que uma pressão reduzida subiciente para manter a camada do material em partículas sobre a superfície do tam-



bor durante toda a sua rotação é suficiente para arrastar o ar húmido aquecido para a camada do leito de material para fundir as partículas da camada nos pontos de contacto entre as superfícies das partículas.

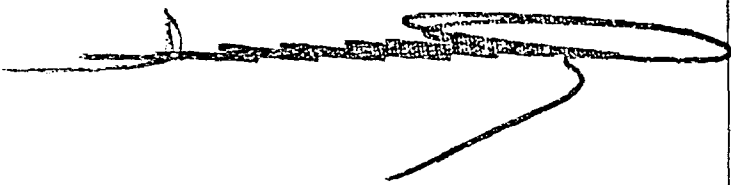
A presente invenção proporciona também um aparelho para a realização do processo descrito e é caracterizado por incluir meios com uma superfície porosa para transportar uma camada de material em partículas, meios para dirigir um fluxo laminar de ar húmido aquecido para a camada de material sobre os meios transportadores e meios para aplicar uma pressão reduzida, isto é, uma pressão menor que a pressão atmosférica, de baixo na superfície porosa para arrastar ar húmido aquecido para a camada de material transportada, para pôr o ar húmido aquecido em contacto com o material em partículas de camada durante um tempo suficiente para fundir as partículas do material em pontos de contacto entre as superfícies das partículas enquanto se impede substancialmente a condensação de humidade nos espaços vazios entre as superfícies das partículas. Incluem-se meios para a subdivisão do material fundido e meios para a selecção de dimensões dos aglomerados subdivididos, se se desejar. Adicionalmente, podem proporcionar-se meios para reforçar o material fundido, que está em geral na forma de uma folha, pondo o mesmo em contacto, particularmente o lado da superfície do material fundido que estava mais próximo da superfície porosa, com ar húmido aquecido. Assim, esta forma de realização inclui meios para dirigir ar húmido aquecido para o material fundido para fundir as partículas do material fundido em pontos de contacto entre as superfícies das partículas enquanto substancialmente se impede a condensação de humidade nos espaços vazios entre as superfícies das partículas.

O aparelho segundo a presente invenção preferido é caracterizado por os meios para o transporte da camada de material em partículas serem constituídos por um tambor rotativo com uma superfície porosa e por haver meios associados com o tambor para reduzir a pressão no interior do tambor. A pressão reduzida aplicada no interior do tambor é a que é suficiente para manter a camada do material em partículas sobre a superfície do tambor durante toda a rotação do tambor.

Além disso, no processo segundo a presente invenção, a camada de material em partículas é formada na superfície porosa depositando o material a aglomerar na superfície transportadora e depois modelando o material depositado para formar uma superfície superior lisa da camada de material. Assim, a presente invenção inclui ainda um aparelho que, em combinação com o descrito atrás, inclui meios para depositar o material na superfície porosa dos meios transportadores e meios para a modelação do material depositado para formar uma superfície superior lisa da camada do material. A superfície superior pode ser modelada para ser plana ou para ter configurações várias. De preferência, a superfície tem uma forma ligeiramente ondulada.

O que é importante relativamente à prática da presente invenção é que a condensação da humidade se verifica apenas nos microporos formados em pontos de contacto entre as partículas devido à acção capilar para a fusão das partículas. Para atingir este objectivo, portanto, controla-se a temperatura e a humidade do fluxo laminar do ar húmido aquecido, relativamente à temperatura das partículas e ao tempo de contacto do ar húmido aquecido com as partículas, para obter apenas a condensação capilar desejada. A temperatura e a humidade do ar relativamente à temperatura das partículas podem ser levadas ao ponto de deliquescência, impede-se substancialmente a deliquescência, isto é a nucleação das moléculas de água devido à sobresaturação e condensação, nos espaços vazios entre as superfícies das partículas, pois isso teria como consequência uma sobreaglomeração e, em geral, densidades não desejadas.

Como os técnicos compreenderão, o tempo de permanência da camada de partículas em contacto com o ar húmido aquecido será afectado pelas dimensões físicas dos meios para dirigir o fluxo laminar de ar húmido aquecido e pela velocidade de deslocamento do material em partículas transportado. Como um técnico também compreenderá, a compactação do leito, isto é, a densidade das partículas do leito, está primariamente relacionada não só com o valor da pressão reduzida aplicada e mantida abaixo da superfície porosa como também das dimensões médias das partículas e da rugosidade das superfícies das par



tículas. Embora o efeito da condensação capilar melhore quando as dimensões dos microporos entre as partículas se aproximam da gama submicrométrica, como os especialistas compreenderão, quanto menores forem as dimensões das partículas e/ou quanto mais reduzida for a pressão, de que resultará haver mais pontos de contacto, geralmente, o leito de material em partículas ficará mais comprimido e mais denso e portanto maior será em geral a densidade dos aglomerados. Mas com os ensinamentos da presente descrição, o técnico está em condições de facilmente coordenar essas variáveis para obter produtos desejados óptimos.

Estas e outras características e vantagens serão evidenciadas em ligação com a descrição dos desenhos e de formas de realização preferidas. As figuras dos desenhos representam:

A fig. 1, uma vista em alçado lateral de uma forma de realização da presente invenção;

A fig. 2, uma vista em perspectiva de um modelador preferido para alisar uma camada de material na superfície porosa transportadora;


A fig. 3, um alçado lateral de uma outra forma de realização da fig. 1, na qual a face do material fundido que estava mais próxima da superfície porosa é reforçada;

A fig 4, uma vista de lado de um dispositivo para fornecermos uma cortina de ar para conter ar húmido aquecido na forma de realização do reforço da fig 3;

A fig. 5, uma vista em alçado lateral de uma outra forma de realização da fig. 1, ilustrando uma alternativa para o reforço do material fundido; e

A fig. 6, uma vista em alçado lateral de um meio para fornecermos ar húmido aquecido de reforço para a forma de realização da fig, 5.


Na prática da presente invenção, as dimensões das partículas do material em partículas a aglomerar vantajosamente pode estender-se por uma larga gama de dimensões incluindo médias das partículas que vão de cerca de 40 μm a cerca de 150 μm . As dimensões médias das partículas podem deter-



minar-se por vários processos bem conhecidos dos técnicos. Para todas as medidas aqui consideradas, as dimensões médias das partículas foram determinadas utilizando um analisador das dimensões das partículas MICROTRAC, que pode obter-se na Leeds & Northrup Instruments Co.

Quando se opera de acordo com a presente invenção, verificou-se que as diferentes dimensões das partículas poderão conduzir a aglomerados que geralmente terão texturas, aparências, formas e propriedades físicas diferentes. Por exemplo, verificou-se que café solúvel obtido por secagem de uma pulverização, com dimensões médias das partículas da ordem de cerca de 40 μm a cerca de 50 μm , proporcionará partículas aglomeradas que tendem a ter a aparência de flocos finos. Para dimensões de partículas de café solúvel obtido por secagem de uma pulverização da ordem de cerca de 50 μm a cerca de 80 μm , resultam aglomerados que têm uma superfície lisa e uma textura muito semelhante a café solúvel liofilizado. Com dimensões de partículas superiores a 80 μm , pode ainda obter-se a textura e a aparência de café liofilizado, mas quando as dimensões das partículas do café solúvel obtido por secagem de uma pulverização excederem dimensões médias de cerca de 100 μm , tende a observar-se uma aparência de superfície rugosa e as partículas do aglomerado tendem a ter uma aparência e uma textura um tanto semelhante à obtida com os processos e aparelhos de aglomeração do tipo de corrente turbulenta atrás mencionados.


Embora os meios transportadores segundo a presente invenção possam ser constituídos por uma superfície linear, a forma de realização preferida da combinação de aparelhos segundo a presente invenção, designados na fig. 1 globalmente pelo número (10), inclui um tambor rotativo (12). O tambor rotativo (12) está provido de uma superfície porosa (14) e recebe material em partículas solúvel na água a partir de um dispositivo de fornecimento de material (16). Os meios para suportar a superfície (14) do tambor e para aplicar uma pressão reduzida ao interior do tambor, isto é, uma pressão menor que a pressão atmosférica, estão designados globalmente por (18).



Os tambores rotativos que têm superfícies porosas e funcionam com pressões reduzidas são conhecidos já deste cerca de 1870 para a filtração de lamas, rodando os tambores parcialmente submersos numa cuba cheia de lama para captar um material de lama na superfície porosa devido à pressão reduzida aplicada à superfície porosa a partir do interior do tambor. Depois de captar a lama da cuba, a filtração é feita através da superfície porosa devido à pressão reduzida no interior do tambor, recolhe-se o filtrado que é drenado do interior do tambor; um raspador remove o material filtrado recolhido na superfície do tambor. Os tambores conhecidos na técnica, tais os que podem adquirir-se, por exemplo, na Komline-Sanderson Company, podem ser utilizados na presente invenção. As características dos tambores importantes para a presente invenção são a composição do material da superfície porosa, dimensões dos poros e porosidade.

A superfície porosa (14) do tambor deve ser feita de materiais que não sejam reactivos com o material a aglomerar, sendo preferidos os materiais poliméricos tais como polietileno ou polipropileno e materiais semelhantes. As dimensões dos poros da superfície do tambor são escolhidas por forma a ser substancialmente menores que as dimensões do material em partículas a aglomerar. As dimensões dos poros não precisam de ser uniformes, mas quanto menores forem as dimensões das partículas do material a tratar, menores deverão ser as dimensões dos poros da superfície porosa para impedir o arrasto do material de partículas para o interior do tambor e para o interior do sistema que produz e aplica a pressão reduzida. Geralmente, as dimensões dos poros devem ser de uma ordem de grandeza não maior que cerca de um décimo das dimensões médias das partículas do material em partículas a aglomerar e, de preferência, as dimensões dos poros devem ser da ordem de cerca de um décimo a um catorze avos das dimensões médias das partículas do material a aglomerar. Na prática da presente invenção, verificou-se ser muito satisfatórias, com o material a aglomerar com as dimensões médias atrás indicadas, dimensões dos poros que vão de cerca de 2 μm a cerca de 5 μm .

No que respeita à porosidade, isso




depende das dimensões dos poros e da distribuição dos poros. Os poros devem estar distribuídos por toda a superfície porosa. A porosidade pode ser determinada fazendo passar a uma pressão de cerca de 3,5 KPa através de uma porção de 2,5 cm² de uma amostra do material da superfície porosa para determinar o fluxo de ar, como é conhecido na técnica dos tambores de vácuo rotativos. São satisfatórias porosidades da ordem de cerca de $0,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ a cerca de $0,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.

Os meios (20) de depósito de alimentação do material (16) são construídos por forma a ter dimensões compatíveis com a alimentação mais eficiente e a utilização mais eficiente da superfície porosa (14) do tambor (12). Assim, de preferência, os meios de depósito (20) de alimentação podem ser proporcionados sob a forma de uma tremalha de alimentação alongada para fornecer material substancialmente sobre a largura da superfície porosa (14) do tambor (12). Proporcionam-se controlos de fluxo apropriados, conhecidos dos entendidos da matéria, para controlar a quantidade de material fornecido para a superfície do tambor.

Depois do depósito do material em partículas a aglomerar sobre a superfície porosa (14), a camada de material (22) é alisada e modelada pelo modelador (26) para obter a superfície superior (24). Os meios preferidos para a modelação estão ilustrados na fig 2, na qual o modelador está representado como tendo uma forma ondulada devido aos bordos denteados designados genericamente com a referência (28). Embora se tenham mostrado perfeitamente satisfatórios modeladores de bordos rectilíneos, que simplesmente alisam e regularizam o material, um modelador com a configuração ondulada ou dentada proporciona uma camada de material em partículas com uma área maior, devido à formação de cristais e depressões, do que uma camada com a superfície plana regular.

Após o arranque, a superfície porosa (14) do tambor não tem sobre si qualquer material. O material é fornecido através dos meios de alimentação (16) de material e dos meios de depósito (20) para ser depositado sobre a superfície porosa (14). O modelador (26) forma a superfície superior (24) da camada (22) depois do depósito do material no tambor (12).




A pressão no interior do tambor (12) é reduzida num grau tal que o material em partículas depositado e modelado é obrigado a aderir à superfície porosa (14) ao longo de toda a rotação do tambor (12). Como será facilmente compreendido por uma pessoa com conhecimentos comuns da matéria, o material adere primariamente devido à força do ar arrastado através do leito de material em partículas para o interior do tambor (12) que cria uma força de arrasto relativamente ao material em partículas que permite que o material em partículas adira à superfície do tambor em toda a rotação do tambor.

Euquanto o material é transportado nos meios transportadores, isto é, o tambor rotativo (12), como aqui se ilustra, estabelece-se o contacto entre o material em partículas e um fluxo laminar de ar húmido aquecido proveniente dos meios directores (30) que dirigem o fluxo do ar húmido aquecido para a camada (22). Devido ao fluxo laminar de ar húmido aquecido e à pressão reduzida no interior da superfície do tambor, o ar húmido aquecido penetra na superfície (24) mas não perturba a superfície em grau apreciável, e a forma da camada, mesmo que seja ondulada, é facilmente mantida.

O fluxo laminar de ar húmido aquecido é dirigido pelos meios (30) para a camada (22) do material com uma velocidade superficial inferior a cerca de 340×10^{-3} m/s e, de preferência, a uma velocidade superficial de cerca de 22×10^{-3} m/s a 200×10^{-3} m/s. Como é bem sabido, uma velocidade superficial de um gás é um valor que é calculado e baseado na velocidade do fluxo num tubo vazio e se o fluxo for laminar ou turbulento pode ser relacionado com um número de Reynolds que é calculado pela fórmula:

$$R_E = \frac{d p u}{\mu}$$

onde d é o diâmetro, p é a densidade do fluído, u é a velocidade do fluído e μ é a viscosidade do fluído. Neste caso o fluído é ar e admite-se geralmente que para números de Reynolds inferiores a 2 100, o fluxo de ar é laminar, que acima de 2 100 até 4 000 o fluxo está numa zona de transição e que quando os núme-




ros de Reynolds se aproximam muito ou excedem o valor 4 000, o fluxo é turbulento.

As velocidades superficiais indicadas do fluxo de ar húmido aquecido laminar correspondem a números de Reynolds inferiores a cerca de 2 100, de cerca de 150 a cerca de 1 400 e de cerca de 310 a cerca de 900, respectivamente.

As pressões reduzidas aplicadas e mantidas no interior do tambor são da ordem de grandeza de cerca de 0,829 atm a cerca de 0,996 atm, de preferência de cerca de 0,934 atm a cerca de 0,993 atm e, mais preferivelmente, de cerca de 0,947 atm a cerca de 0,984 atm. Como um técnico compreenderá, a porosidade da superfície, as dimensões das partículas, a forma física das partículas e a espessura do leito afectarão a densidade de compactação do leito do material para qualquer pressão reduzida particular aplicada e mantida no interior do tambor. Mas em geral para porosidades da ordem de $0,4$ a $0,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$)s estas pressões reduzidas são muito satisfatórias para manter as camadas do material com dimensões de partículas que vão de $40 \mu\text{m}$ a $150 \mu\text{m}$ com profundidades do leito até 30 mm ou um pouco mais num tambor.

Como consequência da pressão reduzida no interior do tambor, o fluxo do ar húmido aquecido laminar dirigido é arrastado no sentido da camada de material em partículas. Assim, o comprimento e a largura do dispositivo (30) que dirige o fluxo laminar do ar húmido aquecido devem ser dimensionados e configurados por forma a efectuar o contacto em combinação com o arrasto pela pressão reduzida do interior do tambor, ao longo da largura da camada da superfície porosa (14). Devido ao arrasto da pressão reduzida, o comprimento dos meios directores não necessita de abranger toda a largura dos meios transportadores e o comprimento e a largura dos meios directores podem estar na relação de 1:4 a 1:2, por exemplo. A largura dos meios directores terão impacto no tempo de permanência e portanto a largura dos meios directores do ar húmido é uma variável a considerar no contexto da velocidade do deslocamento do material transportado e no valor do tempo de permanência em que o material está em contacto com o ar húmido aquecido.

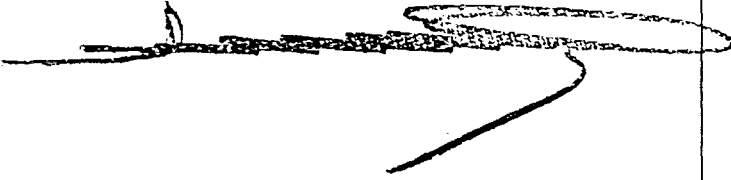
Na presente invenção, o material em



partículas que se pretende aglomerar pode convencionalmente estar à temperatura ambiente, quando tratado, mas isso não é necessário. Quando o material em partículas está mais ou menos à temperatura ambiente, o ar húmido deve ter uma temperatura de cerca de 40°C a cerca de 100°C, de preferência de cerca de 60°C a cerca de 90°C. O ar húmido aquecido deve ter um valor da humidade, expresso numa base absoluta, na gama de cerca de 0,1 Kg de água /Kg de ar a cerca de 0,8 Kg de água/Kg de ar e de preferência de cerca de 0,3 Kg de água por Kg de ar a cerca de 0,4 Kg de água/Kg de ar.

Para obter os resultados desejados segundo a presente invenção, a velocidade com que o material é transportado é tal que o material é mantido dentro de uma área de contacto com o ar húmido aquecido durante um período de tempo suficiente para a fusão das partículas em microporos formados nos pontos de contacto entre as superfícies das partículas, quando se impede substancialmente a condensação nos espaços vazios entre as superfícies das partículas. Como um técnico compreenderá, se o material em partículas não estiver à temperatura ambiente, devem fazer-se ajustamentos da temperatura e da humidade do fluxo laminar do ar húmido aquecido ou do tempo de contacto, para conseguir a condensação dos microporos formados nos pontos de contacto entre as superfícies das partículas e impedindo a condensação nos espaços vazios entre as superfícies das partículas.

De acordo com as condições atrás estabelecidas, são utilizados tempos de permanência na área de contacto entre o ar húmido aquecido e o material em partículas transportado de cerca de 1 s, para ar húmido aquecido com grau de humidade relativamente elevado de cerca de 0,8 Kg de água/Kg de ar, a cerca de 6 s, para ar húmido aquecido com grau de humidade relativamente baixo, próximo dos 0,1 Kg de água/Kg de ar. Os tempos de permanência para as condições preferidas do ar húmido aquecido, atrás referidas, vão de cerca de 2 s a cerca de 3 s. Assim, esses tempos de permanência são conseguidos relativamente às configurações e dimensões dos meios (30) directores do ar húmido aquecido e à velocidade periférica ou linear do material transportado.



Geralmente, quando se opera com um tambor de vácuo rotativo como está ilustrado, é preferido que a camada (22) tenha uma espessura tal que apenas uma porção superior (22) da camada (22) funda. Na prática, para o café so lúvel, para uma camada inicial com uma espessura da profundidade do leito de cerca de 15 mm a cerca de 30 mm, por exemplo, a espessura da profundidade do leito que é fundida é geralmente, quando se opera de acordo com as condições anteriores, de cerca de 3 mm a cerca de 6 mm. Depois da remoção da camada (32) de material fundido da camada (34) de material não fundido e enquanto o tambor continua a rodar com a camada não fundida (34) aderente à superfície (14) devido à pressão reduzida, deposita-se material fresco sobre a camada (34) pelos meios (20) de fornecimento de material para formar continuamente o que se tornará a camada fundida (32).

Embora se tenha verificado que a camada fundida (32) tende a despegar-se facilmente como uma folha do material não fundido, de preferência a camada fundida é removida convenientemente do tambor com o auxílio de meios tais como uma faca de descarga (36), isto é, uma lâmina de remoção, por exemplo. A faca de descarga é posicionada para remover substancialmente apenas a camada de material fundido da porção (34) da camada não fundida inferior que fica no tambor rotativo durante toda a rotação do tambor devido à pressão reduzida no interior do tambor. A camada não fundida (34) pode ser descarregada do tambor rotativo com facilidade simplesmente por eliminação da pressão reduzida no interior do tambor.

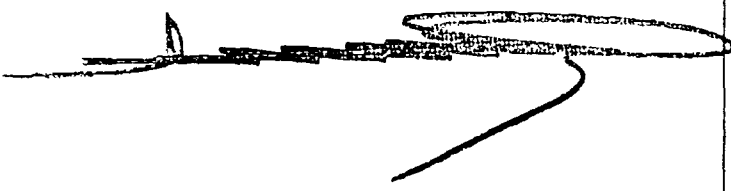
Em alternativa, o processo pode ser executado em produção descontínua, na qual o depósito de material fresco no tambor rotativo se faz intermitentemente. Assim, pelo facto de o material fundido ser removido do tambor, a espessura da camada não fundida torna-se progressivamente menor. Assim, em particular para esta forma de realização em funcionamento descontínua, para assegurar a uniformidade do produto fundido, particularmente no que respeita à densidade, é aconselhável ajustar o valor da pressão reduzida aplicada e mantida no interior do tambor enquanto a espessura da camada é reduzida para impedir aumentos indesejados de densidade devido a uma

compactação mais densa do leito do material não fundido da restante camada do leito.

Deve também notar-se que, quando se opera com meios transportadores sem fim lineares, a menos que a pressão reduzida seja mantida em todo o comprimento do transportador e no seu trajecto de retorno, para reter o material na superfície do transportador através do seu curso sem fim, a profundidade do leito escolhida será a mais vantajosamente aquela na qual se funde substancialmente toda a profundidade do leito. É claro que a profundidade do leito utilizada com um tambor rotativo pode também ser uma profundidade na qual substancialmente toda a profundidade do leito será fundida.

Após a remoção do tambor ou do transportador, o material fundido pode então ser subdividido em aglomerados e se os aglomerados forem então seleccionados de acordo com as dimensões, as partículas subdimensionadas podem ser incorporadas no material fornecido para os meios (16) de alimentação do material e as partículas sobredimensionadas podem ser mais fracturadas.

Além disso, depois da remoção do material fundido do tambor, usualmente algumas partículas não fundidas aderirão à superfície inferior (33) da camada de material fundido (32). Para separar qualquer material em partículas não fundido aderente, preso à superfície inferior (38) do material fundido, pode fazer-se passar sobre um dispositivo de crivação (40). As partículas não fundidas que são recuperadas são recicladas de novo para o dispositivo de alimentação, como se ilustra na parte do esquema de blocos da fig. 1. Assim, como se ilustra na fig. 1, um dispositivo de subdivisão (42) segue-se aos meios de crivação (40) e o dispositivo de subdivisão é seguido por meios de selecção por dimensões (44). Um plano inclinado cheio (46) pode ser utilizado para interligar os meios de crivação (40) e o dispositivo subdivisor (42), para reduzir a tensão na folha e evitar fendas ou roturas da folha antes do fornecimento para o dispositivo subdivisor. De preferência, o crivo e o plano inclinado, e portando o troço do trajecto do material fundido, são inclinados para baixo no sentido do movimento do material fundido. Como ainda se indica na parte de esquema de blo




cos da fig. 1, as partículas subdimensionadas são recicladas de novo para os meios (20) de fornecimento do material e as partículas sobredimensionadas podem ser ainda mais divididas para obter mais produto, donde resultará também a formação de mais partículas subdimensionadas.

Deve também notar-se que, quando se utiliza um modelador da camada com a superfície ondulada, como se ilustra na fig. 2, como o ar húmido aquecido tende a fazer a humificação até uma profundidade uniforme do leito, algum material nas depressões pode estar fundido enquanto algum material nas cristas à mesma distancia da superfície porosa pode não estar fundido. Assim, quando se remove o material fundido com depressões e cristas, como uma faca de descarga, será removido também o material não fundido sob as cristas. Por conseguinte, torna-se particularmente util a crivação descrita.

De preferência, os meios de crivação (40) são constituídos por um crivo, como é bem conhecido pelos especialistas da matéria, tal como um crivo LINK-BELT vendido pela FMC Corporation. O grau de separação depende do grau de vibração, das dimensões das malhas e do comprimento do trajecto sobre o crivo e, como o técnico compreenderá, o crivo não deve ser vibrado a um ponto tal que o material fundido fique indevidamente com tensões e sofra roturas.

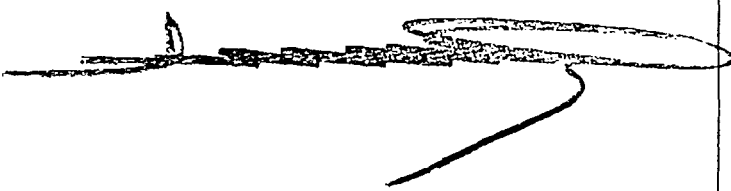
Como além disso um técnico compreenderá, a temperatura e o teor de humidade do material aumentará durante o processo de aglomeração. Quando se opera nas condições anteriores para a glomeração de café solúvel inicialmente à temperatura ambiente e com um teor de humidade de cerca de 3%, quando tratado, verificou-se que, em geral, o material em partículas fundido terá uma temperatura que vai desde um valor superior à temperatura ambiente até cerca de 35°C e um teor de humidade da ordem de 4,5 a cerca de 6% quando fundido. Assim, em geral, o técnico desejará utilizar uma fase de secagem de preferência depois da rotura dos aglomerados mas, mais preferivelmente, depois da selecção de dimensões dos aglomerados. Por exemplo, no caso do café solúvel, a secagem proporcionará um produto com um teor de humidade da ordem de cerca de 3% a cerca de 4%, em peso, com base no peso do produto.



Optativamente, quer se faça ou não a crivação para remover o material não fundido que estava mais próximo da superfície porosa, pode reforçar-se a face inferior (38) para aumentar a resistência da folha de material, por exemplo pondo ar húmido em contacto com a folha. Nas fig. 3 e 5 estão ilustradas formas de realização para conseguir isso. Mais uma vez, quando se reforça a folha com o ar húmido aquecido, impede-se substancialmente a condensação da humidade e a fusão nos espaços vazios entre as superfícies das partículas.

Como se ilustra na fig. 3, uma técnica que pode ser utilizada para reforçar e aumentar a resistência da folha implica o estabelecimento do contacto da face inferior (38) da folha (32) de material fundido, enquanto está ainda num estado plástico, com ar húmido aquecido. Como está ilustrado, os meios de reforço têm a referência global (50). Depois de se começar a vibração do crivo e do plano inclinado (46), bobra-se a folha (32) com uma orientação vertical sobre a parte curva do resvaladouro (52) através da qual pode proporcionar-se ar, que pode estar nas condições ambientes, sob uma pressão suficiente para proporcionar uma almofada de ar para minimizar o atrito no resvaladouro curvo, minimizando assim a tensão na folha. São suficientes dimensões dos poros de cerca de 10 μ m e pressões de ar da ordem de cerca de 2 KPa. Depois de ser dobrada com uma orientação vertical, a folha é então sujeita a ar húmido aquecido fornecido sob a forma de vapor difusivo com contacto entre o ar húmido aquecido e a folha que está a ser melhorada, confinando-a com cortinas de ar.

O critério principal pretendido para o reforço da folha, nesta forma de realização do reforço, consiste em proporcionar ar húmido aquecido com uma humidade média de cerca de 0,05 Kg de água/Kg de ar até cerca de 0,2 Kg de água/Kg de ar e, de preferência, cerca de 0,1 Kg de água/Kg de ar para contactar com a folha. Isso pode conseguir-se facilmente fornecendo vapor a uma temperatura de cerca de 100°C sob uma pressão baixa de cerca de 1 KPa a cerca de 5 KPa para um recinto fechado, designado globalmente pela referência (54), com uma parede ou placa porosa (56) paralela à face inferior da folha para difundir o vapor fornecido à folha. As dimensões

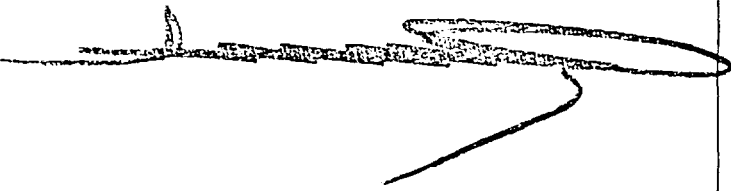


dos poros na placa porosa (56) do ordem de grandeza de cerca de 2 μm a cerca de 20 μm , de preferência de cerca de 10 μm , são suficientes para difundir o vapor fornecido às referidas pressões para obter a humidade desejada.

O vapor em excesso pode ser evacuado da zona dos bordos da folha (12) por meios de escape (58). Para confinar o ar húmido aquecido e impedir o mesmo de subir pela folha para o plano de deslizamento de película de ar e para melhorar os resultados, utiliza-se pelo menos de preferência um ejector de cortina de ar. Preferem-se dois ejectores, como está ilustrado, (60) e (62). Os ejectores confinam o ar húmido aquecido particularmente em relação à face inferior (58) e forçam o mesmo para baixo ao longo do trajecto do movimento da folha (32). Na fig. 4 proporciona-se uma ilustração de um ejector para confinar o ar húmido aquecido, tendo o ejector (60) uma entrada de ar (64) e uma saída (66), tendo a saída o lado (68) inclinado angularmente para ajudar a direcção do ar para baixo no sentido da face da folha.

O ar utilizado está de preferência a uma temperatura elevada e ajuda substancialmente a evitar a condensação da humidade nos espaços vazios entre as superfícies das partículas. Temperaturas do ar na gama de cerca de 38°C a cerca de 94°C são satisfatórias. A velocidade da cortina de ar impelida pelos ejectores pode ir de cerca de 8 m/s a cerca de 10 m/s, por exemplo. Assim, de acordo com as condições atrás mencionadas, o tempo de contacto do ar húmido aquecido na folha é geralmente de cerca de 1 s a cerca de 5 s e, de preferência, cerca de 3 s. A folha reforçada pode então passar para um subdivisor para obter aglomerados individuais que podem então ser seleccionados por dimensões, se se desejar, como se indica na porção de esquema de blocos da fig 3 e como se descreveu com referência à fig. 1.

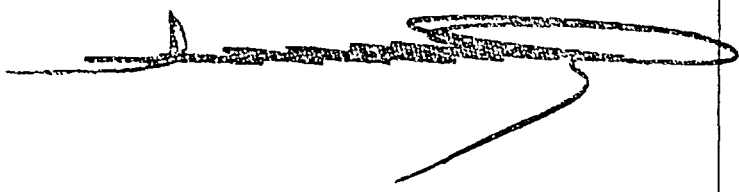
Verificou-se que, na prática da técnica de reforço para a aglomeração de café solúvel, as dimensões das partículas do material original não aglomerado desempenham um papel. Genericamente, quando as dimensões das partículas do café solúvel a aglomerar são superiores a cerca de 80 μm , a folha fundida resultante não é suficientemente plástica para se



dobrar sobre o troço curvo (52) para conseguir a desejada orientação vertical. Dimensões das partículas entre cerca de 50 um a cerca de 80 um verificou-se que são satisfatórias, mas dimensões de partículas de cerca de 40 um a cerca de 50 um proporcionam os melhores resultados porque a resistência da folha fundida plástica é suficiente para se dobrar facilmente sobre o troço curvo do resvaladouro e conseguir a desejada orientação vertical.

Como se ilustra na fig. 5, um outro dispositivo, com a designação global (70), para o reforço da folha utiliza de uma tubeira de "crocodilo guiado" (72), que está também ilustrada na fig. 6. Uma tubeira "de crocodilo" é conhecida na técnica como sendo constituída essencialmente por um tubo com uma abertura rectangular. A tubeira "de crocodilo guiado", como é aqui usada, tem a porção de tubeira de crocodilo (74) com a abertura (76) e porções adicionais de tubeira (78) com abertura (82) formada na parte superior da porção de tubeira de crocodilo (74). A relação da área da abertura (76) para a área da abertura (82) pode ir de 10:1 a cerca de 200:1, sendo de preferência de cerca de 50:1. A camisa de vapor (84) pode envolver a tubeira para assegurar um maior controlo da temperatura.

Quer se utilize ou não um crivo (40) e um plano inclinado (46) vibratórios, a folha fundida (32), enquanto num estado plástico, é deslocada, de novo de preferência num trajecto inclinado para baixo, passando pela tubeira de crocodilo guiado (72) para entrar em contacto com a superfície inferior (38) da folha de material fundido com o ar húmido aquecido, de modo que se fornece vapor a baixa velocidade através da porção de tubeira (74) para a abertura (76), e fornecendo-se vapor a alta velocidade através das porções (78) e (80) da tubeira para a abertura (82) para proporcionar ar húmido aquecido para a face inferior (38) da folha (32), estando o vapor a cerca de 100°C. O vapor a baixa velocidade é dirigido a uma velocidade de cerca de 0,5 m/s a cerca de 2 m/s, e de preferência de cerca de 0,75 m/s a cerca de 1,25 m/s, e o vapor a alta velocidade é dirigido a uma velocidade de cerca de 40 m/s a cerca de 80 m/s e de preferência de cerca de 55 m/s a



cerca de 65 m/s. Devido à combinação das correntes de vapor a baixa e a alta velocidade, o vapor a alta velocidade guia o vapor a baixa velocidade para a folha e impede que o vapor suba ao longo da folha no sentido do crivo (40), por exemplo.

Como o objectivo é contactar a folha durante um curto período de tempo com ar húmido aquecido para a fusão capilar das partículas, o critério principal, como na primeira forma de realização anterior, consiste em obter uma humidade absoluta particular do ar devido ao vapor da tubeira de corcodilo guiado e, nesse caso, ela é de cerca de 0,5 Kg de água/Kg de ar a cerca de 1,5 Kg de água/Kg de ar, de preferência de cerca de 1,1 Kg de água/Kg de ar. A diferença de humidade entre esta forma de realização do reforço e a forma de realização anterior é que nesta forma de realização o tempo de contacto do ar húmido aquecido com a folha é substancialmente mais curto.

De preferência e vantajosamente, o recinto fechado (86) circunda e abrange a tubeira (72) e a periferia exterior da folha fundida para facilitar o contacto com a superfície inferior (30) com o ar húmido aquecido. Embora o ar húmido aquecido possa ser evacuado apenas por escape, de preferência o recipiente fechado (86) é mantido uma pressão ligeiramente reduzida de cerca de 0,9992 atm a cerca de 0,9995 atm para adaptação do escape do ar húmido do recinto fechado.

Na prática desta forma de realização a parede (88) do recinto fechado (86) no sentido de jusante do trajecto da folha reforçada é utilizada convenientemente para subdividir inicialmente a folha. A porção inferior do recinto fechado é portanto concebido vantajosamente para ter a forma de uma tremonha, por exemplo, para fornecermos o material subdividido a um outro meio subdivisor depois do que o produto pode ser seleccionado por dimensões, se se desejar.

O tratamento do material fundido segundo a presente invenção com estas técnicas de reforço terão como resultado geralmente um produto com um teor de humidade de cerca de 5 % a cerca de 8 % e, depois do tratamento, o material deve ser seco até um grau de humidade de cerca de 3% a 4%.

A subdivisão do material fundido

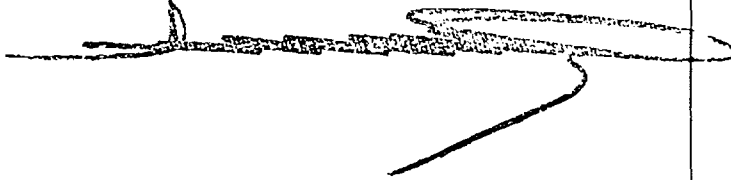
pode conseguir-se com vários dispositivos. Deve no entanto notar-se que devido ao facto de o material fundido ter a forma de uma folha, ou de peças tipo folha, com certos dispositivos convencionais de subdivisão, tais como aparelho ROTEX fabricado por Rotex, Inc, particularmente quando a folha é reforçada como atrás se descreveu, a folha tende a deslizar sobre uma superfície do crivo tornando os dispositivos tais como um aparelho ROTEX não tão eficientes, como são com aglomerados formados nos processos de aglomeração em corrente de ar turbulenta, que produzem aglomerados grosseiros, por exemplo. Assim, devido à natureza e à forma do material a subdividir, o mais vantajoso é um dispositivo que tenha meios para pelo menos raspar e romper o material fundido.

Obtiveram-se os melhores resultados fazendo a subdivisão manualmente, utilizando-se um feixe de agulhas afiadas para bater nas folhas e a rotura através de um crivo. Meios mecanizados são adaptados para desempenhar estas funções. Por exemplo, pode utilizar-se um triturador de maxilas modificado, no qual a folha ou as peças da folha são passadas através das maxilas, sendo uma maxila inferior um crivo e a maxila superior sendo modificada para ter agulhas salientes para quebrar as peças no crivo. Também considerado aceitável é um dispositivo subdivisor com um cesto perfurado com uma âncora rotativa interior, tal como um dispositivo QUADRO COMIL fabricado pela Quadro Envineering, Inc.

Os exemplos seguintes são ainda ilustrativos da presente invenção. Todas as partes e percentagens são dadas em peso, a menos que se diga o contrário.

EXEMPLO I

A combinação de aparelhos utilizada para este Exemplo para a prática de uma forma de realização do processo segundo a presente invenção compreende um dispositivo de alimentação, um modelador, um tambor de vácuo rotativo, a faca de descarga e um dispositivo subdivisor e de selecção por dimensões, como se ilustra geralmente na fig. 1. Café em pó obtido por secagem de uma pulverização é o material a aglomerar




pelo processo e aparelho segundo a presente invenção. As dimensões médias das partículas do café obtido por secagem de uma pulverização é de cerca de 72 μm , a sua densidade aparente cerca de 340 g/l e tem um teor de humidade de cerca de 3,3 % em peso.

O tambor rotativo tem uma largura de cerca de 0,3 m e uma área da superfície de trabalho de cerca de 0,9 m^2 . Os poros da superfície do tambor têm aberturas de cerca de 2 μm a cerca de 5 μm e uma porosidade de cerca de $0,47 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$. O tambor é rodado com uma velocidade periférica de cerca de $50 \times 10^{-3} \text{ m/s}$. Uma pressão reduzida de cerca de 0,983 atm é aplicada e mantida no interior do tambor. Deposita-se material no tambor a partir de uma tremonha que tem um comprimento sobre a largura da superfície do tambor de cerca de 0,3 m. Utiliza-se um modelador de superfície plana de cerca de 0,3 m de comprimento sobre a largura do tambor. Utilizam-se comandos de controlo do fluxo para fornecer o material continuamente e, depois de ser modelado pelo modelador de superfície, coloca-se uma camada de 25 mm de material no tambor depois do modelador.

Uma tubeira para dirigir ar húmido aquecido para o material no tambor é uma conduta rectangular de ar com uma secção transversal de cerca de 0,1 m de comprimento sobre a largura do tambor por cerca de 0,25 m. A temperatura do ar húmido aquecido dirigido pela tubeira para a camada de material modelada no tambor é de cerca de 83°C e a humidade do ar de cerca de 0,32 Kg de água/Kg de ar. A velocidade do ar húmido aquecido dirigido através da tubeira na camada de material é de cerca de $90 \times 10^{-3} \text{ m/s}$, o que corresponde a um número de Reynolds de cerca de 620. Devido à velocidade de rotação do tambor, o tempo de permanência do material que está a ser contactado pelo ar húmido aquecido é de cerca de 2 s.

O sistema funciona continuamente nas condições anteriores; depois de ter atingido um estado estacionário, retirou-se uma camada fundida com a espessura de cerca de 4 mm continuamente do tambor através de uma faca de descarga. Descarrega-se então a folha para um subdivisor ROTEX e selecciona-se por dimensões, com crivos com aberturas de cerca de 2,4 mm e 0,7 mm.



O produto entre 2,4 mm e 0,7 mm tem uma aparência de liofilizado, uma densidade de 240 g/l e um teor de humidade de cerca de 4,3 % antes da secagem. Os aglomerados sobredimensionados são devolvidos ao subdivisor para tratamento ulterior para obter mais produto entre 2,4 mm e 0,7 mm e os aglomerados subdimensionados são reciclados.


EXEMPLO II

A combinação de aparelhos utilizada na prática de uma outra forma de realização do processo segundo a presente invenção compreende um aparelho como o ilustrado na fig. 3, no qual o material fundido é crivado e depois forçado a passar sobre um plano inclinado com película de ar.

O material a aglomerar é um pó de café obtido por secagem de uma pulverização tendo dimensões médias das partículas de cerca de 41 μ m, uma densidade aparente de 455 g/l e um teor de humidade de cerca de 3% em peso. A pressão reduzida aplicada no interior do tambor é a mesma que no Exemplo I. Os meios para depositar o material no tambor e os meios para dirigir o fluxo do ar húmido aquecido no sentido da camada de material depositada e modelada no tambor são os mesmos que no Exemplo I.

Utiliza-se um modelador ondulado para formar uma camada de superfície ondulada de material no tambor. O modelador é ajustado para proporcionar uma profundidade de 22 mm nas depressões e de 25 mm nas cristas. A temperatura do ar húmido aquecido dirigido para a camada de material no tambor é mantida a cerca de 88°C e a humidade do ar é mantida a cerca de 0,36 Kg de água/Kg de ar. A velocidade superficial do ar húmido aquecido é de cerca de 90×10^{-3} m/s, como no Exemplo I.

O tambor é rodado com uma velocidade periférica de 50×10^{-3} m/s e depois de atingir o estado estacionário, desprende-se uma camada fundida, que teve um tempo de permanência de cerca de 2 s no ar húmido aquecido, sob a forma de uma folha, cuja espessura varia de cerca de 2 mm nas depressões a cerca de 5 mm nas cristas, através de uma lâmina



de desprendimento de descargas e desloca-se sobre um crivo vibratório inclinado para separar o material não fundido do material fundido.

Dirige-se depois a folha por um plano inclinado de suporte para passar sobre um plano inclinado com película de ar para ser colocado verticalmente. O plano inclinado com a película de ar tem poros com uma dimensão de cerca de 10 μm . Fornece-se uma pressão de ar de cerca de 2 KPa à superfície porosa do plano inclinado. Depois de atravessar o plano inclinado com película de ar e de ser colocada verticalmente, faz-se passar a folha entre meios para fornecer uma cortina de ar e meios para proporcionar vapor difusivo para fornecer ar húmido aquecido para reforçar a face interior da folha, de acordo com a descrição anterior da fig. 3. O vapor é fornecido ao recinto fechado de vapor difusivo sob a pressão de 4 KPa. Obtém-se uma humidade absoluta de cerca de 0,1 Kg de água /Kg de ar e o ar húmido aquecido contacta efectivamente com a face interior da folha durante cerca de 3 s. O ar da cortina de ar tem uma velocidade de cerca de 9 m/s.


A folha reforçada tem boa resistência mecânica.

Depois de ser subdividida manualmente e seleccionada por dimensões entre crivos de cerca de 2,4 mm de dimensões das aberturas, a folha reforçada proporciona um produto naquela gama de dimensões, que deu um rendimento de 31,5 %, tinha uma densidade de cerca de 320 g/l e tinha um teor de humidade de cerca de 5,7 %.

EXEMPLO III

O pó fornecido foi o mesmo utilizado no Exemplo I. Usou-se um modelador ondulado, como no Exemplo II.

Uma tubeira que tem o mesmo comprimento sobre a largura da superfície do tambor que é mais largo de cerca de 0,1 m que a tubeira usada nos Exemplos anteriores dirige ar húmido aquecido para a camada de material. A velocidade de rotação do tambor é a mesma que nos Exemplos anteriores. Isso proporciona um tempo de permanência do material em




contacto com o ar húmido aquecido de cerca de 4 s. A temperatura do ar húmido aquecido é de cerca de 86°C e a humidade cerca de 0,4 Kg de água/Kg de ar. A pressão reduzida aplicada no interior do tambor é cerca de 0,95 atm, em comparação com cerca de 0,98 atm dos Exemplos anteriores. A camada de material no tambor no estado estacionário é de cerca de 2 mm a cerca de 25 mm de espessura nas depressões e nas cristas, respectivamente.

Despega-se uma camada de material fundido de cerca de 2 mm nas depressões e cerca de 5 mm de espessura nas cristas da camada não fundida no tambor e faz-se passar por um crivo vibratório como no Exemplo II. Depois do crivo vibratório e do plano inclinado de suporte, a face interior da folha de material fundido é posta em contacto, num recinto fechado, com ar húmido aquecido, com uma humidade absoluta de cerca de 1,1 Kg de água/Kg de ar através das formas de realização da tubeira de crocodilo guiadas das fig. 5 e 6. A velocidade do vapor na tubeira de baixa velocidade é de 1 m/s e a velocidade elevada do vapor é 60 m/s. O contacto da folha com o ar húmido é realizado num recinto fechado no qual se introduz ar quente com uma temperatura de 30°C, introduzido na parte inferior do recinto fechado, sendo o ar e o vapor evacuados pela parte superior do recinto fechado para manter uma pressão negativa de cerca de 0,9994 atm.

Nesta forma de realização, pedaços da folha são parcialmente fracturados por uma parede do recinto fechado e recolhidos a partir da parte inferior do recinto fechado e depois subdivididos manualmente até dimensões das partículas determinadas por selecção por dimensões, em crivos com aberturas de 2,4 mm e 0,8 mm.

O processo dá um rendimento de 37 % do produto com as dimensões desejadas. A densidade do produto é de 228 g/l e tem um teor de humidade de cerca de 6,1 %.

A partir do exposto anteriormente será claro para uma pessoa com conhecimentos normais que podem utilizar-se várias formas de realização para atingir os objectivos da presente invenção como se descreve e ilustra, sem nos afastarmos do espírito e do escopo da presente invenção definidos pelas reivindicações anexas.



REIVINDICAÇÕES

- 1ª -


Processo para a aglomeração de partículas de materiais em partículas solúveis na água, caracterizado por compreender o transporte de uma camada de partículas de material em partículas solúvel na água, a direcção de um fluxo laminar de ar húmido aquecido para a camada de partículas que estão a ser transportadas e a aplicação de uma pressão reduzida de baixo à superfície porosa para arrastar o ar húmido aquecido para a camada do material para fazer o contacto do ar húmido aquecido com as partículas do material em partículas transportado, durante um tempo suficiente para fundir partículas da camada em pontos de contacto entre as superfícies das partículas impedindo no entanto a condensação de humidade nos espaços vazios entre as superfícies das partículas.

- 2ª -

Processo de acordo com a reivindicação 1 para a aglomeração de materiais e para obter depois aglomerados, caracterizado por compreender ainda a remoção da camada fundida da superfície porosa e a subdivisão da camada fundida.

- 3ª -

Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a superfície porosa ser uma superfície de um tambor rotativo e a pressão reduzida ser aplicada a partir do interior do tambor com um valor que é pelo menos suficiente para manter a camada do material na superfície porosa do tambor durante toda a rotação do tambor.



- 4ª -

Processo de acordo com as reivindicações 1, ou 2 ou 3, caracterizado por a camada fundida ter a forma de uma folha, caracterizado além disso por incluir a direcção de ar húmido aquecido para a folha para uma face da folha que estava mais próxima da superfície porosa para reforçar a folha para fundir partículas da folha em pontos de contacto entre as superfícies das partículas, impedindo no entanto a condensação de humidade nos espaços vazios entre as superfícies das partículas.

- 5ª -


Processo de acordo com as reivindicações 1 ou 2, caracterizado por o fluxo laminar de ar húmido aquecido ter uma temperatura de cerca de 40°C a cerca de 100°C, uma humidade absoluta de cerca de 0,1 Kg de água/Kg de ar a cerca de 0,8 Kg de água/Kg de ar e ser dirigido na camada com uma velocidade superficial inferior a cerca de 340×10^{-3} m/s, por a pressão reduzida ser igual a 0,829 atm a cerca de 0,996 atm e por o ar húmido aquecido contactar a camada de partículas transportadas durante cerca de 1 s a 6 s.

- 6ª -

Processo de acordo com as reivindicações 1 ou 2 ou 3, caracterizado por o material em partículas ser café solúvel.

- 7ª -

Aparelho para a aglomeração de partí-



culas de materiais em partículas solúveis na água, caracterizado por compreender meios com uma superfície porosa para transportar uma camada de material em partículas, meios para dirigir um fluxo laminar de ar húmido aquecido para a camada de material nos meios transportadores e meios para aplicar uma pressão reduzida de baixo na superfície porosa para arrastar o ar húmido aquecido para a camada de material em partículas para fundir partículas do material em pontos de contacto entre superfícies das partículas, impedindo no entanto substancialmente a condensação de humidade nos espaços vazios entre as superfícies das partículas.

- 8ª -

Aparelho de acordo com a reivindicação 7 para a aglomeração de materiais e para depois obter aglomerados, caracterizado por compreender além disso um tambor rotativo que está associado com os meios para subdividir a camada fundida.

- 9ª -

Aparelho de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por os meios transportadores serem um tambor rotativo que está associado com os meios para reduzir a pressão no interior do tambor.

- 10ª -

Aparelho de acordo com as reivindicações 8 ou 9, caracterizado por o material fundido ter a forma de uma folha, e por o aparelho compreender além disso meios para reforçar a folha incluindo meios para dirigir ar húmido aquecido na folha para uma face da folha que estava mais próxi-

ma da superfície porosa, para fundir partículas da folha em pontos de contacto entre as superfícies das partículas, impedindo no entanto substancialmente a condensação da mistura nos espaços vazios entre as superfícies das partículas.

A requerente declara que o primeiro pedido desta patente foi apresentado nos Estados Unidos da América em 11 de Abril de 1988, sob o número de série 07/180226.

Lisboa, 10 de Abril de 1989

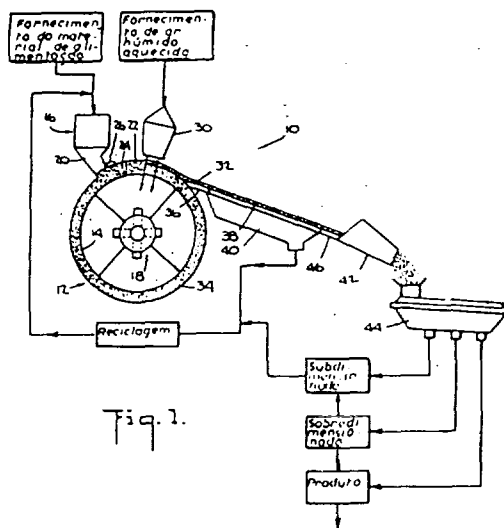
AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke.

RESUMO

A invenção refere-se à aglomeração de partículas de um material pulverulento solúvel na água, a qual é obtida transportando uma camada do material numa superfície porosa para a qual se dirige um fluxo laminar de ar húmido aquecido. Aplica-se uma pressão reduzida de baixo à superfície porosa para levar o ar húmido aquecido ao contacto com o material transportado durante um tempo suficiente para a fusão das partículas do material em microporos formados nos pontos de contacto entre as superfícies das partículas.

Figura 1



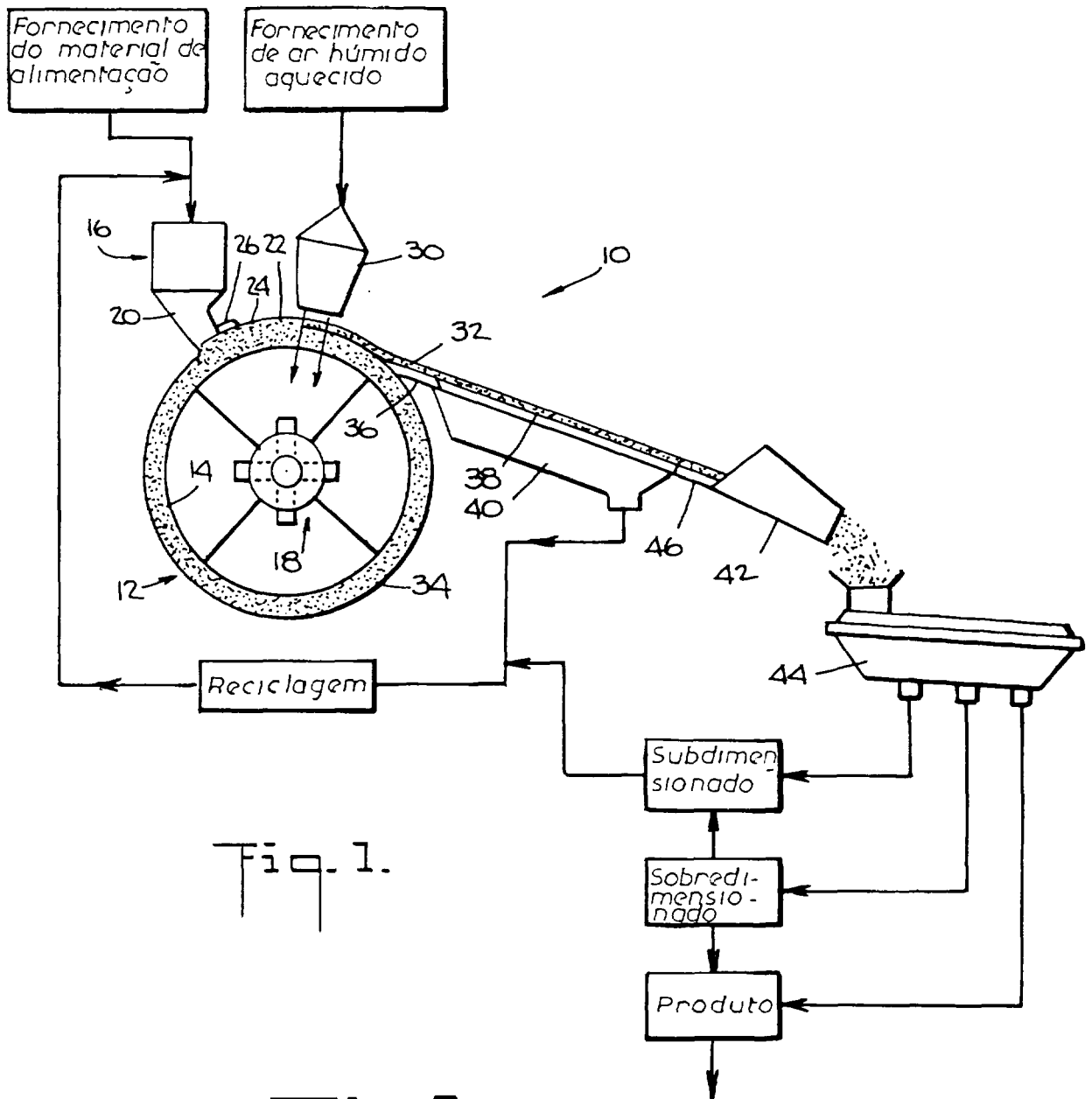
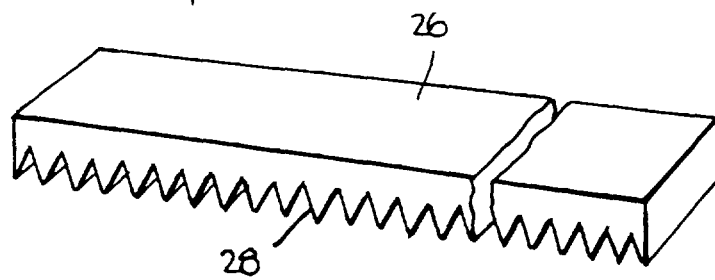
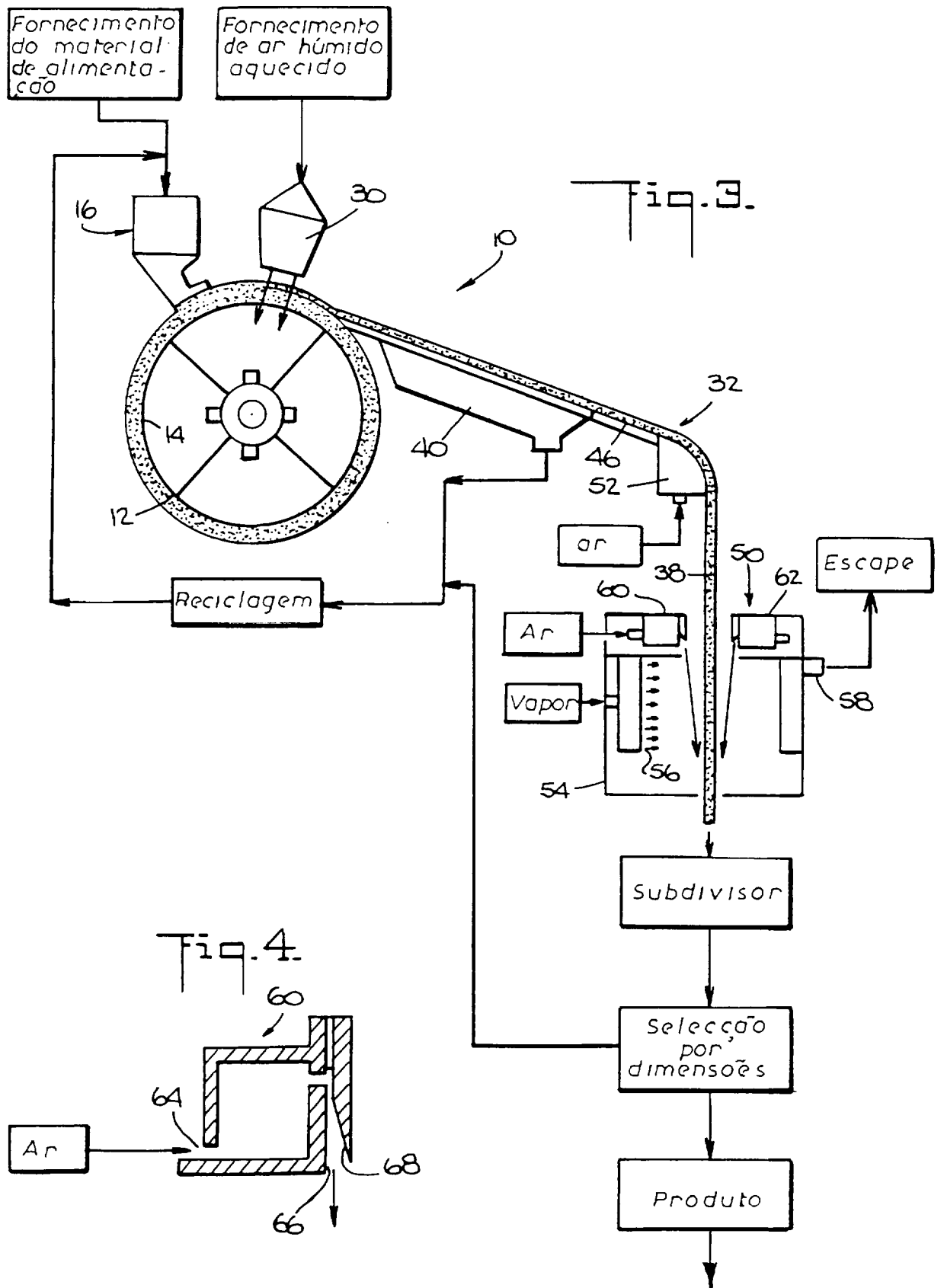


Fig. 2.





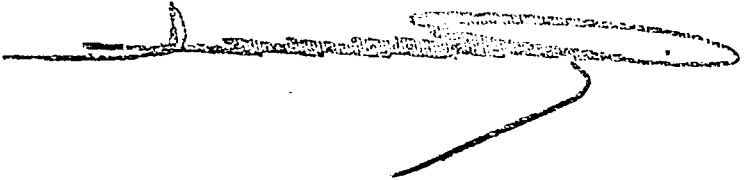


Fig. S.

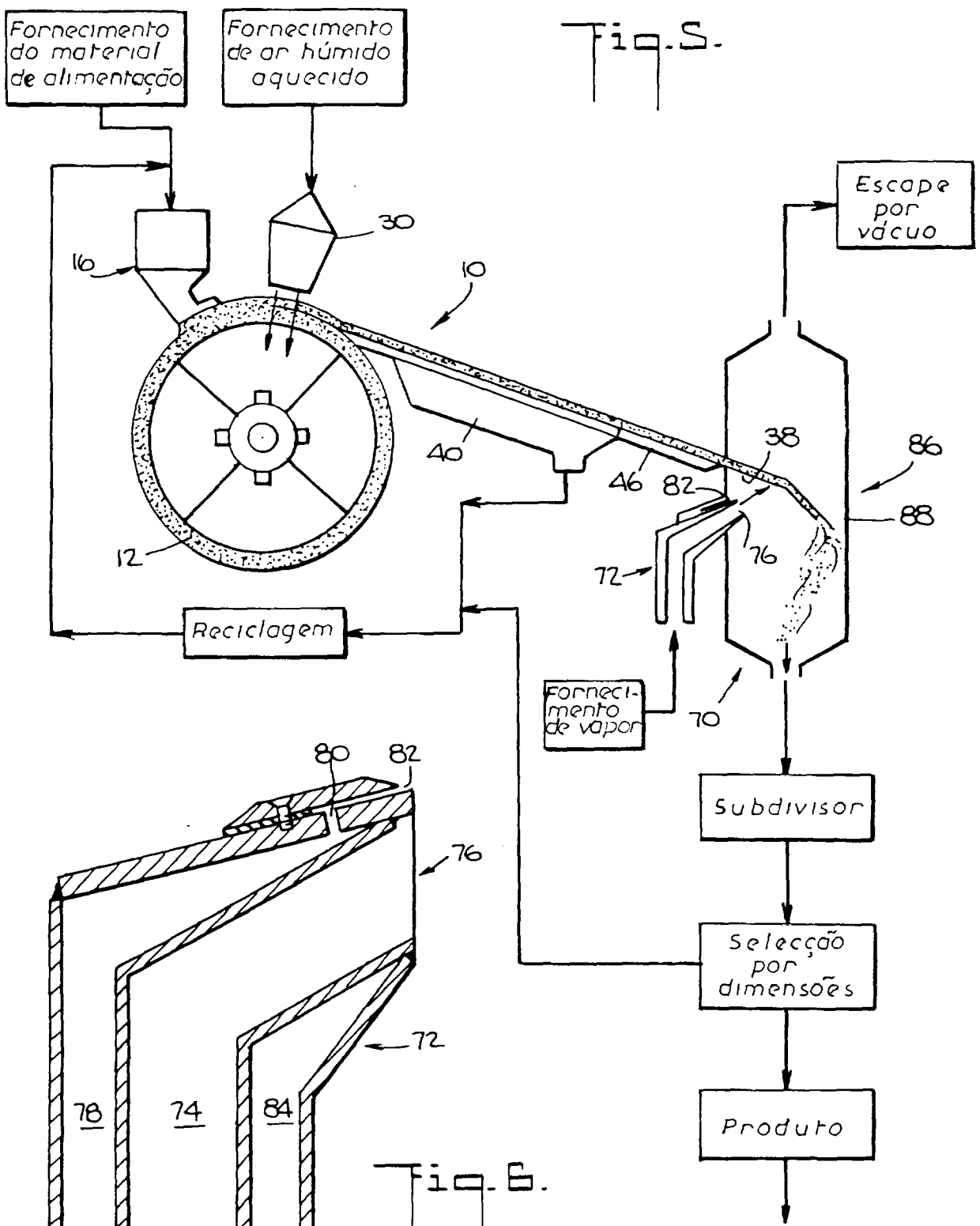


Fig. B.