



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

(11) PI 0901064-5 B1



(22) Data do Depósito: 31/03/2009

(45) Data de Concessão: 13/08/2019

(54) Título: PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA

(51) Int.Cl.: C01B 33/158.

(73) Titular(es): PIRELLI TYRE S.P.A..

(72) Inventor(es): ABEL OLIVO NETO; EDIO OLIVO; ORACY OLIVO; CELSO ZATTA.

(57) Resumo: PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA. A presente invenção refere-se a "PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATERIA PRIMA", composto por uma sequência de operações que permitem a fabricação de sílica amorfa, queimando-se cascas de arroz, tanto para geração da energia térmica necessária ao processo, quanto para utilizar-se das cinzas resultantes como matéria prima do mesmo processo.

PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA

[1] A presente invenção refere-se a “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”, composto por uma seqüência de operações que permitem a fabricação de sílica amorfa, queimando-se cascas de arroz, tanto para geração da energia térmica necessária ao processo, quanto para utilizar-se das cinzas resultantes da queima das cascas de arroz como matéria prima do mesmo processo.

[2] A sílica amorfa além de possuir diversas utilizações industriais é de grande aplicação nos ramos alimentícios e cosméticos, ramos estes que possuem elevados níveis de exigência quanto à pureza de suas matérias primas.

[3] O estado da técnica apresenta nesta área processos com queima incompleta das cascas de arroz, gerando cinzas com negro de fumo. Esta matéria prima resultante é impura e proporcionará uma sílica também com alto teor de impurezas, sendo, portanto, de aplicação muito limitada no mercado de consumo.

[4] Ainda no estado da técnica no tocante da reação química para formação da sílica amorfa, existe a geração de grande volume de sal em proporção à sílica, pois esta sílica é oriunda da precipitação de um silicato, o que não ocorre na invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”.

[5] O estado da técnica não apresenta uma solução que produza sílica amorfa, a custo baixo, sílica amorfa com teor de pureza acima de 92% e um teor de umidade abaixo de 2%.

[6] Para a melhor compreensão da presente invenção, é feita em

seguida, uma descrição detalhada da invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”, fazendo-se referências aos desenhos anexos, sendo:

- A figura 1 mostra da invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”, a vista superior do forno secador rotativo em corte B-B’ da figura 2.

- A figura 2 mostra da invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”, o corte A-A’ da figura 1.

- A figura 3 mostra da invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”, a vista lateral direita da figura 1 em transparência.

- A figura 4 mostra da invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”, o detalhe da saída do secador rotativo.

- A figura 5 mostra da invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”, a vista superior da célula de separação das cinzas (16.1).

- A figura 6 mostra da invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA ”, a vista superior da célula de separação dos finos de sílica amorfa.

- A figura 7 mostra da invenção “PROCESSO DE

FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”, a vista superior da célula do reator (5).

- A figura 8 mostra da invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”, a vista principal da célula do reator (5).

- A figura 9 mostra da invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”, a vista principal da fornalha do fluido térmico.

- A figura 10 mostra da invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”, a vista superior em corte da célula do fluido térmico.

- A figura 11 mostra da invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”, a vista principal da célula de granulometria e separação.

- A figura 12 mostra da invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”, a vista superior da célula de granulometria e separação.

- A figura 13 mostra da invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”, a vista principal do tanque (42) e formação do gel.

- A figura 14 mostra da invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ

NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”, o diagrama de blocos do processo.

[7] Conforme as figuras de 1 a 14 a presente invenção denominada “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”, apresenta como produto final sílica amorfa (SiO_2), sendo os equipamentos utilizados no processo descritos a seguir.

[8] Os equipamentos estão divididos em grupos funcionais ditos células de produção.

[9] As figuras 1 a 3 apresentam a célula de secagem do gel com sua fornalha (16) e secador rotativo (40).

[10] As figuras de 9 e 10 apresentam a célula de aquecimento do fluido térmico (5.2) com seu tanque de expansão (5.2.1), sua fornalha (9) e serpentina (35).

[11] Neste conjunto de equipamentos vemos o silo (8) que promove a alimentação de cascas de arroz à fornalha (9) usada para o aquecimento do fluido térmico (5.2). Também podemos ver os silos (11) que promovem alimentação de cascas às fornalhas (16) do secador rotativo (40).

[12] As cascas de arroz lançadas nos silos (11) e no silo (8) são conduzidas pelo alimentador tipo parafuso às caixas (39.1). O nível de cascas de arroz nas caixas (39.1) sobe até que cheguem às grelhas (16.2). Neste ponto o fluxo de ar primário bate nas cascas de arroz formando, juntamente com o fluxo de ar secundário, o leito fluidizado.

[13] As figuras 1, 2 e 10 também demonstram que as fornalhas (9) e (16) recebem fluxo de ar primário dos ventiladores (12) pelos dutos (12.1) e fluxo de ar secundário pelos dutos (10.1) dos ventiladores (10).

[14] Na invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE

ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA” todas as fornalhas são de concepção modular, composta de grande número de peças comuns.

[15] Um conceito inovador da invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA” é o fato da queima das cascas de arroz nas fornalhas (9) e (16) ser feita em leito fluidizado. Isto proporcionando queima de altíssima qualidade, formando cinzas sem negros de fumo, ou seja, produzindo matéria prima limpa para o processo.

[16] Especialmente na figura 2 podemos verificar que os caixões (17) das fornalhas possuem galerias ou dutos que dirigem os fluxos de ar primário e secundário para formação do leito fluidizado.

[17] O acionamento (18) do secador promove o giro da estrutura tubular do forno secador (40). As aletas (40.3) internas do secador posicionadas em espiral promovem, através do giro do corpo do secador (40), o avanço do material em direção à saída. As aletas (40) também promovem aumento do rendimento térmico do forno (40) por proporcionar maior área de traça de calor com material que se move dentro do forno.

[18] A invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA” também possui a célula de aquecimento do fluido térmico (5.2).

[19] Nesta célula estão dispostos, conforme as figuras 9 e 10, a serpentina (35) de aquecimento do fluido térmico, a estrutura de sustentação da serpentina, a fornalha (9) do fluido térmico, a tubulação de saída de gases da fornalha (38) e a rosca (39) de alimentação da fornalha.

[20] As figuras 1, 2 e 5 apresentam a célula de separação de cinzas, composta pelos ciclones (19), o lavador de gases (20) e o aspirador (21). Este eficiente conjunto de equipamentos promove a separação das cinzas de casca

de arroz advindas das fornalhas acumulando, através da tubulação (19.2), em big-bags (2), no ponto de estoque de cinza (46), matéria prima para o processo.

[21] A invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”, como visto nas figuras 1, 2, 3 e 4, possui acoplados à saída do secador rotativo (40) tubulações (40.2) que levam os finos em suspensão à célula de separação de finos de sílica amorfa.

[22] Na célula de separação de finos estão os ciclones (13) e em seguida ao “*jet scrubber*” (14) que pela tubulação (13.1) dirige os finos coletados ao silo (22) de entrada do moinho (25). O fluxo de ar para o funcionamento desta célula é obtido pelo aspirador (15).

[23] Conforme a figura 7 a talha elétrica (1) é utilizada para elevar os big-bags (2) para carregamento do reator (5), que possui externamente uma serpentina (5.3) por onde corre fluido térmico (5.2). Estes big-bags (2) contém as cinzas (16.1) oriundas da queima das cascas de arroz.

[24] Na célula do reator a estrutura metálica (3) dá suporte ao reator (5) e à caixa de água (4) em um ponto elevado, facilitando o descarregamento do reator (5).

[25] Dentro da caixa de água (4) está a serpentina (4.3) por onde passa o fluido térmico (5.2) durante uma etapa do processo a ser descrita posteriormente.

[26] O reator (5) da invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA” também apresenta acionamento de um agitador (6) com discos *cawles*.

[27] A célula de moagem e separação é disposta conforme as figuras 11 e 12 da invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA

AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”. No silo (22) se alimenta a sílica amorfa em torrões. O moinho contínuo (25), dado acionamento (24), desagrega e pulveriza os torrões de sílica amorfa.

[28] Também fazem parte desta célula os equipamentos controladores de granulometria e de separação dos grãos.

[29] Pode-se verificar na célula de moagem a presença da tubulação de aspiração (32) da saída do moinho (25), o aereoseparador (30), o filtro de mangas (27), a tubulação de retorno (33) ao moinho, o aspirador (29), a chaminé (31) e a rosca de alimentação do moinho (34).

[30] Já a balança (26) controla o peso do produto final sendo ensacado.

[31] A invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”, descreve uma sequência de operações conforme abaixo.

[32] Cascas de arroz, ricas em sílica, são armazenadas no ponto “E” de entrada do processo. Carregam-se com cascas de arroz os silos (8) e (11) de alimentação das fornalhas (16) e (9).

[33] A fornalha (16) possui grelha (16.2), sob a qual é soprado ar primário vindo do ventilador (12), formando uma suspensão de cascas de arroz em combustão. O fluxo cruzado do ar secundário amplia a agitação melhorando ainda mais a queima. O fluxo do ar secundário é originado pelo soprador (10) e dirigidos à câmara de combustão pelos bicos (10.2). Assim se forma o leito fluidizado que permite combustão completa das cascas de arroz, produzindo matéria prima livre de negros de fumo.

[34] Pelo efeito do aspirador (21) os gases e cinzas (16.1) são aspirados pela tubulação (38) em direção à célula de separação das cinzas, ou seja, em direção aos ciclones (19) e em seguida ao lavador de gases (20). Os

ciclones (19) separam as cinzas (16.1) a serem utilizadas como matéria prima do processo, liberando-a pela linha (19.1) e o lavador de gases (20) proporciona gases efluentes limpos de forma a não se agredir o meio ambiente.

[35] Os gases limpos saem pela linha (20.1), sugados pelo aspirador (21), se dirigindo para atmosfera.

[36] As cinzas (16.1) são armazenadas em big-bags (2) e então levadas ao reator (5).

[37] Na invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA” o reator (5) é carregado com cinza (16.1), água e hidróxido de sódio.

[38] O hidróxido de sódio (NaOH) aqui utilizado nada mais é do que soda cáustica em escamas.

[39] Lembramos que a mistura de hidróxido de sódio e água gera uma reação exotérmica o que auxilia em muito a reação.

[40] Para que este objetivo seja alcançado o carregamento da batelada no reator (5) se dá segundo a seqüência abaixo descrita.

[41] Primeiramente se coloca a soda cáustica (NaOH) em escamas que ficará no fundo do reator.

[42] Em seguida se adiciona uma camada de cinza e por fim a água aquecida vinda da caixa de água (4) pelo duto (4.4).

[43] O tempo que é necessário para que a água penetre pela camada de cinza para chegar ao hidróxido de sódio e iniciar a reação é mais que suficiente para se fechar o reator (5) e se aproveitar o benefício da reação exotérmica, economizando energia e diminuindo tempo do processo.

[44] O reator é pressurizado entre 4,5 a 5,5 kgf/cm² e aquecido pelo fluido térmico (5.2), ao mesmo tempo em que é acionado o agitador (6) de cawles para mistura e fracionamento das cinzas que possui ainda muitas

partículas com o formato da casca de arroz.

[45] Visando aquecer a solução o fluido térmico (5.2) é aquecido pela fornalha (9) e serpentina (35), sendo bombeado pela linha (35.1) para serpentina externa (5.3) do reator (5) e retornando à serpentina (35) pela linha (35.2).

[46] O aquecimento do reator (5) é obtido de três maneiras:

- Pelo fluido térmico previamente aquecido na serpentina (35) sobre a fornalha (9). Esta forma de aquecimento do reator (5) é a passagem do fluido térmico (5.2) aquecido pela fornalha (9) e serpentina (35), sendo bombeado pela linha (35.1) para serpentina externa (5.3) do reator (5) e retornando à serpentina (35) pela linha (35.2).

- Pela reação exotérmica do hidróxido de sódio com água.

- Pela água que entra para compor a reação que é previamente aquecida.

[47] O aquecimento da água se dá tanto pela circulação forçada desta água pela serpentina interna (5.4) do reator na fase de refrigeração da batelada anterior quanto pela passagem do fluido térmico (5.2) pela serpentina (4.3) durante a fase de resfriamento do reator (5).

[48] O fluido térmico (5.2) não pode ter seu fluxo interrompido subitamente, pois carbonizaria dentro da serpentina (35), devido haver ainda muito calor no módulo de aquecimento. Portanto na etapa de resfriamento do reator (5) este fluido é bombeado para a serpentina (4.3) da caixa de água (4) acumulando mais calor na água que servirá como componente da próxima batelada do reator (5).

[49] A invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA” proporciona desta forma a temperatura de reação no reator (5) entre 140 a 150°C com pressão de 4,5 a 5 kgf/cm².

[50] Dadas as condições de temperatura e pressão o material resultante é uma solução composta pelos íons SiO_2^{-1} , SiO_2^{-2} , Na^{+1} e OH^{-1} .

[51] Neste ponto do processo esta solução é despressurizada e resfriada através da circulação da água da caixa (4).

[52] A água da caixa (4) é circulada na serpentina (5.4) interna ao reator (5) seguindo pela linha (4.1) e retornando aquecida pela linha (4.2), sendo usada para acelerar a refrigeração após a reação.

[53] Esta carga térmica ganha pela água será aproveitada para acelerar o processo na fase de reação pois, é esta mesma água que circulou pela serpentina (5.4) que servirá de componente da solução da batelada seguinte.

[54] Lembramos que o fluido térmico (5.2) não pode ter seu fluxo interrompido subitamente, pois carbonizaria dentro da serpentina (35), devido haver ainda muito calor no módulo de aquecimento. Portanto na etapa de resfriamento do reator (5) este fluido é bombeado para a serpentina (4.3) da caixa de água (4) acumulando mais calor na água que servirá à próxima batelada do reator (5).

[55] Esta composição proporciona à invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA” um excelente rendimento térmico na célula do reator.

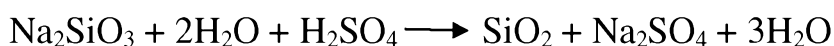
[56] A etapa seguinte se caracteriza pelo bombeamento da solução composta pelos íons SiO_2^{-1} , Na^{+1} e OH^{-1} para os tanques (41) de armazenamento intermediário.

[57] Destes tanques esta solução, através de abertura de registros, desce por gravidade para o tanque (42) de formação do gel.

[58] Com o uso dos gotejadores (43) se adiciona ácido sulfúrico (H_2SO_4) à solução composta pelos íons SiO_2^{-1} , Na^{+} e OH^{-} , o que gera a formação de um gel rico em sílica (SiO_2) e com um teor de sal (Na_2SO_4).

[59] É importante frisar que esta sílica (SiO_2) provém de formação de íons mediante elevação de temperatura e pressão no reator (5). Usando-se deste artifício a quantidade de base, no caso hidróxido de sódio (NaOH), para transformar a sílica em íons foi consideravelmente pequena.

[60] No estado da técnica a quantidade de base (NaOH) utilizada é por demais elevada, pois antes necessita transformar a sílica (SiO_2) em silicato de sódio (Na_2SiO_3) para se tornar solúvel em água. Este silicato de sódio vai formar um teor de sal elevadíssimo após adicionar-se ácido, seguindo a reação:



[61] Fazendo-se o balanço estequiométrico e calculando-se os pesos moleculares se verifica que para uma unidade de massa de sílica gerada se forma três unidades de massa de sal, ou seja, 75% do material obtido.

[62] Já na invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA”, vemos que a geração de sal é de 5% da massa de gel de sílica obtido.

[63] É o processo descrito acima que proporciona a possibilidade de obtenção de sílica amorfa de alta qualidade.

[64] O gel formado é bombeado para os tanques (41) de armazenamento intermediário.

[65] O gel necessita ser secado e para tal é deixado descer por gravidade ao silo (44.1) da extrusora de parafuso (44).

[66] O parafuso (44.2) da extrusora (44) possui passo que diminui à medida que avança para sua saída, gerando uma compressão do gel que servirá para eliminação do excesso de água, onde água arrasta o sal que está junto com a sílica.

[67] Na parte inferior do segmento final da extrusora há uma série de furos (44.3) por onde se coleta o excesso de água.

[68] Assim o gel é extrudado pelos orifícios (44.4) à entrada do forno rotativo (40).

[69] O material é secado gerando sílica amorfa (SiO_2) na saída do secador (40). Este produto sairá do secador (40) na forma de finos e na forma de torrões.

[70] Os finos de sílica amorfa são sugados pela linha (40.2) para a célula de separação de finos, como visto nas figuras 4 e 6. Nesta célula estão os ciclones (13) que redirecionam, através dos dutos (13.1), para silo (22) do moinho (25) os finos coletados de dentro do forno rotativo (40).

[71] O ar que passa pelos ciclones (13) é então lavado pelo “*jet scrubber*” (14) evitando danos ambientais. O fluxo deste circuito é obtido pelo aspirador (15).

[72] A sílica capturada pelo “*jet scrubber*” (14) por possuir alta umidade é direcionada pelo duto (14.1) para o silo (44.1) da extrusora (44) para reaproveitamento.

[73] Na invenção “PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SÍLICA AMORFA COM USO DE CASCA DE ARROZ NA GERAÇÃO DE ENERGIA E NA PROVISÃO DE MATÉRIA PRIMA” os torrões de sílica amorfa que saem do secador (40) são coletados pela saída (40.1) e direcionados ao parafuso (34).

[74] O transportador de parafuso (34) é articulado de forma a, no caso de necessidade, escoar o fluxo do secador rotativo (40) para big-bags (2) posicionados na área (45).

[75] Esta composição foi desenvolvida, pois não se pode parar o giro de um forno ou secador rotativo enquanto este não esfrie completamente. Caso isto fosse feito o equipamento sofreria grandes danos por empenamento ou até mesmo derretimento de componentes.

[76] Caso haja algum problema em algum componente da célula de moagem, detém-se tanto a alimentação de cascas de arroz para queima quanto

a alimentação de gel dentro do secador (40) e, enquanto não se esgota o material em fluxo dentro do secador, o parafuso (34) é deslocado para se derramar os torrões em *big-bags* (2) na área (45). Cessado o fluxo de material em torrões permanece-se com secador girando até que esfrie completamente.

[77] Os torrões são moídos e sugados pela linha (32) em direção ao aero-separador (30) centrífugo que faz uma seleção granulométrica. O material ainda com granulometria alta retorna pela linha (33) ao moinho (25) e o material com granulometria dentro do especificado é sugado para o filtro de mangas (27). O efeito de sucção é obtido pelo aspirador (29) que descarrega pela chaminé (31).

[78] Na base do filtro de mangas (27) é ensacado o produto final e pesado pela balança (26) para envio ao estoque de produto acabado.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de fabricação de sílica amorfa com uso de casca de arroz na geração de energia e na provisão de matéria prima caracterizado pelo fato de com o uso de uma fornalha (16) modular de leito fluidizado queimar cascas de arroz para se obter calor para o funcionamento do secador rotativo (40), onde as cinzas (16.1) da queima através do aspirador (21) são sugadas pelos dutos(38) e feitas passar pelos ciclones (19) e serem estas cinzas separadas e direcionadas pelo duto (19.2) para big-bags (2) que servirão para elevar posteriormente as cinzas a serem lançadas no reator (5) onde também serão adicionados soda cáustica (NaOH) e água aquecida da caixa de água (4), sendo fechado o reator (5) é elevada a temperatura para 140 a 150 °C e conseqüentemente elevada a pressão para 4,5 a 5 kgf/cm², para provocar a reação $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$, sendo a solução pressurizada, aquecida e agitada obtendo-se solubilizados em água os íons SiO_2^{-1} , SiO_2^{-2} , Na^{+1} e OH^{-1} , solução que depois de despressurizada e resfriada é bombeados para os tanques de armazenamento (41) e destes por gravidade conduzidos ao tanque de formação de gel (42), onde é adicionado pelos gotejadores (43) ácido sulfúrico que provoca a desionização da sílica e conseqüente desolubilização, formando um gel de sílica amorfa (SiO_2), gel esse direcionado por gravidade ao silo (44.1) da extrusora (44), onde o parafuso (44.2) possui passo que diminui à medida que avança para sua saída, gerando uma compressão do gel que servirá para eliminação do excesso de água, que consigo arrasta o sal (Na_2SO_4), pelos de furos (44.3), sendo assim o gel extrudado pelos orifícios (44.4) à entrada do forno rotativo (40) que seca o gel formando finos que são sugados pelos dutos (40.2) e torrões de sílica amorfa (SiO_2) que caem pelo duto (40.1) na rosca (34).

2. Fornalhas (16) para realização do processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de possuir leito fluidizado com entrada (12.1) de ar primário, suprido pelo ventilador (12), sob a grelha (16.2)

e ventilador(10) suprindo a entrada de ar secundário pelos dutos (10.1) que levam aos bicos de ar secundário (10.2) onde para formação do leito fluidizado os silos (11) suprem de cascas de arroz os alimentadores (39) tipo parafuso que conduzem tais cascas às caixas(39.1), até que o nível de cascas de arroz nas caixas (39.1) suba e cheguem às grelhas (16.2), para que neste ponto o fluxo de ar primário bata nas cascas de arroz formando, juntamente com o fluxo de ar secundário, o leito fluidizado.

3. Reator (5) para realização do processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de possuir estrutura elevada (3), serpentina externa (5.3) de fluido térmico (5.2) para aquecimento da reação, serpentina interna (5.4) de água para resfriamento ao final da reação, agitador cawles (6), caixa de água (4) com duto (4.1), duto (4.2), serpentina (4.3) e duto (4.4) para alimentar água de processo.

4. Fornalha (9) para realização do processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de possuir leito fluidizado com entrada (12.1) de ar primário, suprido pelo ventilador (12), sob a grelha (16.2) e ventilador (10) suprindo a entrada de ar secundário pelos dutos (10.1), que levam aos bicos de ar secundário (10.2), onde para formação do leito fluidizado o silo (8) supre de cascas de arroz o alimentador (39) tipo parafuso que conduz tais cascas à caixa (39.1), até que o nível de cascas de arroz na caixa (39.1) suba e chegue à grelha (16.2), para que neste ponto o fluxo de ar primário bata nas cascas de arroz formando, juntamente com o fluxo de ar secundário, o leito fluidizado, e, possuir também estrutura (7) e serpentina (35) de aquecimento do fluido térmico (5.2) que possui dutos de saída (35.1) e de retorno (35.2).

5. Secador (40) para realização do processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de utilizar aletas (40.3) para facilitar o transporte e troca térmica com gel em secagem e possuir acionamento (18), sucção de ar com finos pelo duto (40.2) dada pelo aspirador (15), fazendo

passar pelo ciclone (13) que separa os finos direcionando-os pelo duto (13.1) para silo (22) do moinho (25), que é movido pelo acionamento (24), e, em seguida, fazendo passar pelo *jet scrubber* (14) que separa finos direcionando-os pelo duto (14.1) para silo (44.1) da extrusora (44) para reaproveitamento.

6. Processo de fabricação de sílica amorfa com uso de casca de arroz na geração de energia e na provisão de matéria prima de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de apresentar retirada da cinza proveniente da queima das cascas de arroz nas fornalhas (16) e na fornalha (9) através de sucção no duto (20.1) dada pelo aspirador (21), fazendo passar pelos ciclones (19) que destinam pelos dutos (19.2) a cinza para estoque e pelos dutos (19.1) os gases para o lavador de gases (20).

7. Processo de fabricação de sílica amorfa com uso de casca de arroz na geração de energia e na provisão de matéria prima de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de apresentar à entrada do moinho (25) a rosca de alimentação (34) e à saída do moinho (25) o duto (32) que sofre uma sucção feita pelo aspirador (29), que por sua vez provoca passagem da sílica amorfa pulverizada pelo aero-separador (30) que faz retornar pelo duto (33) ao silo (22) do moinho (25) os grãos de dimensão acima do desejado e permite passagem dos grãos de granulometria desejada para o filtro de mangas (27), que por sua vez retém, direcionando para embalagem em big-bags (2), a sílica amorfa na granulometria desejada.

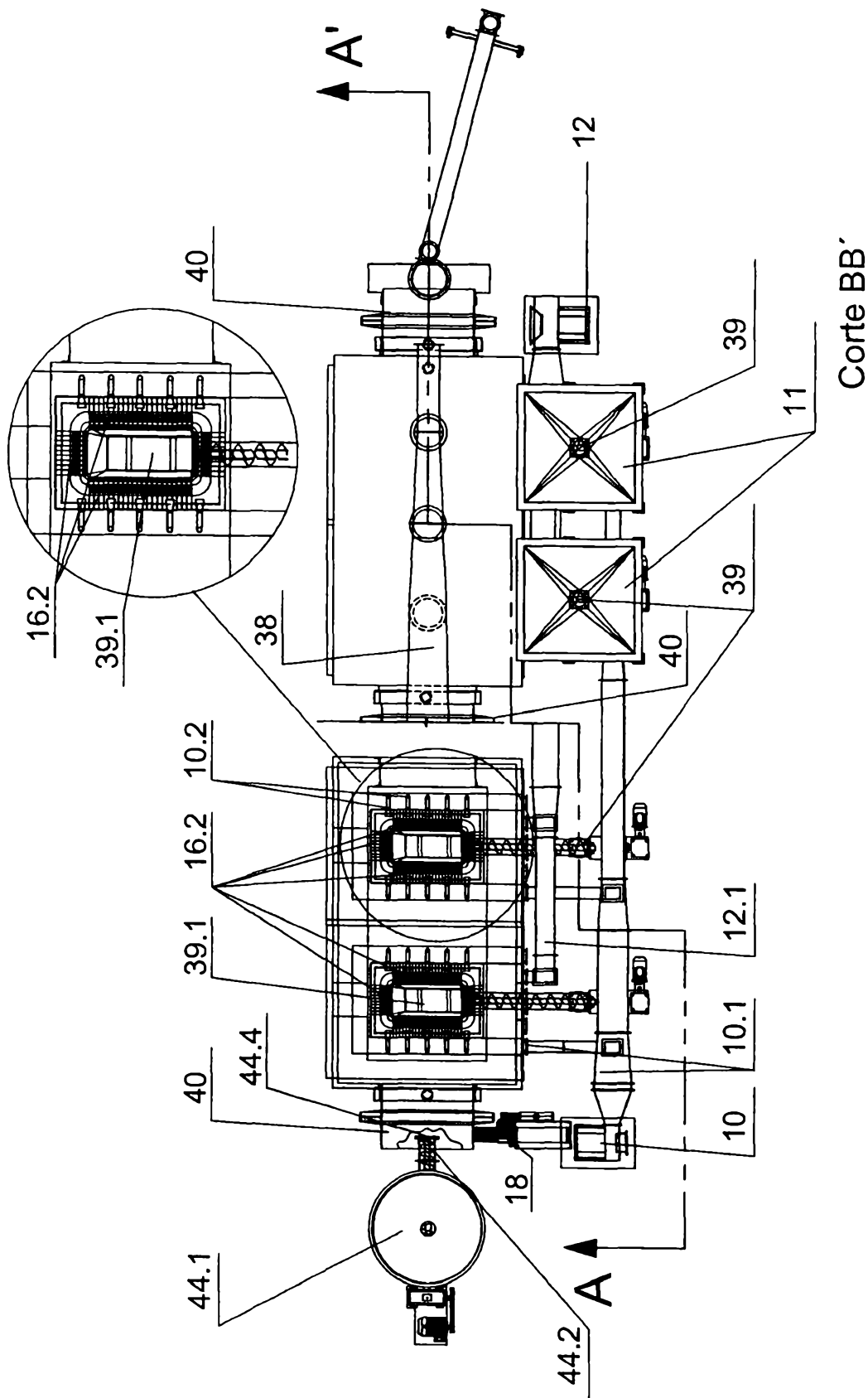
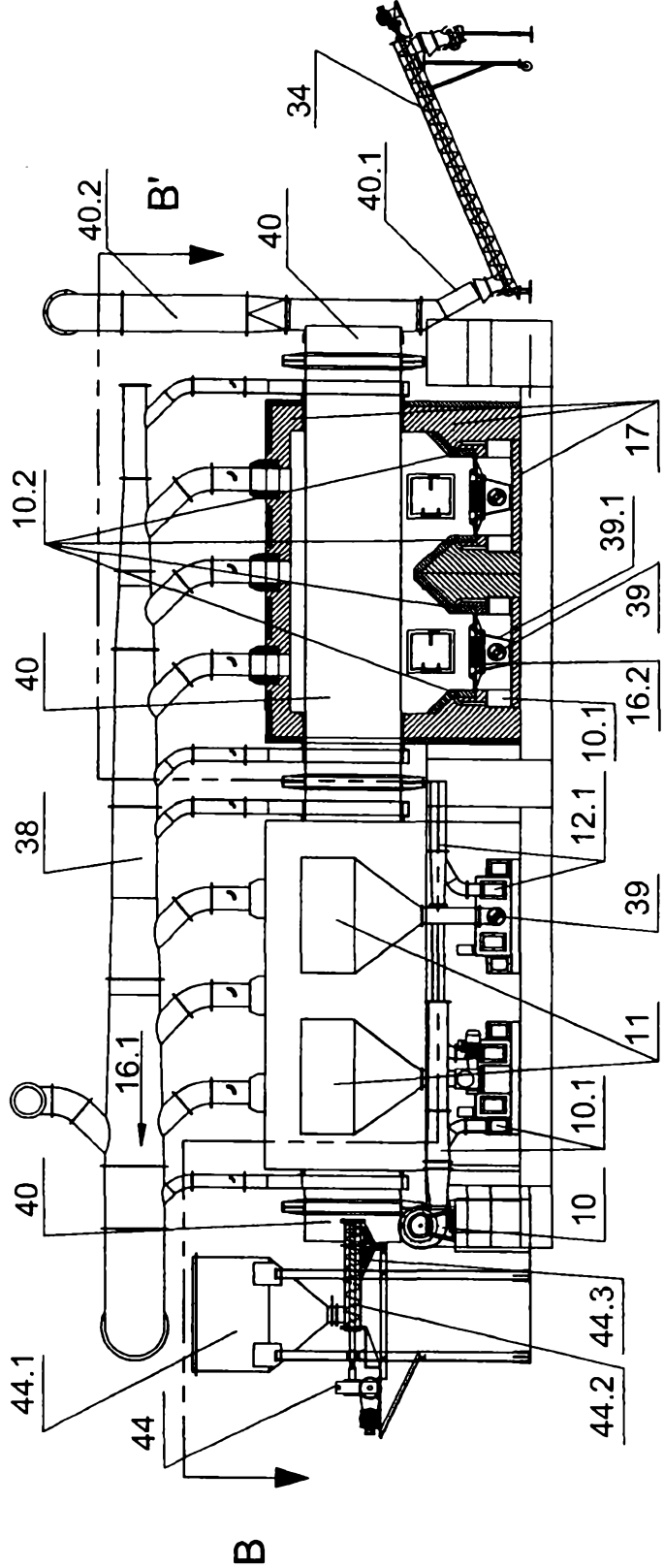


Figura 1



Corte AA'

Figura 2

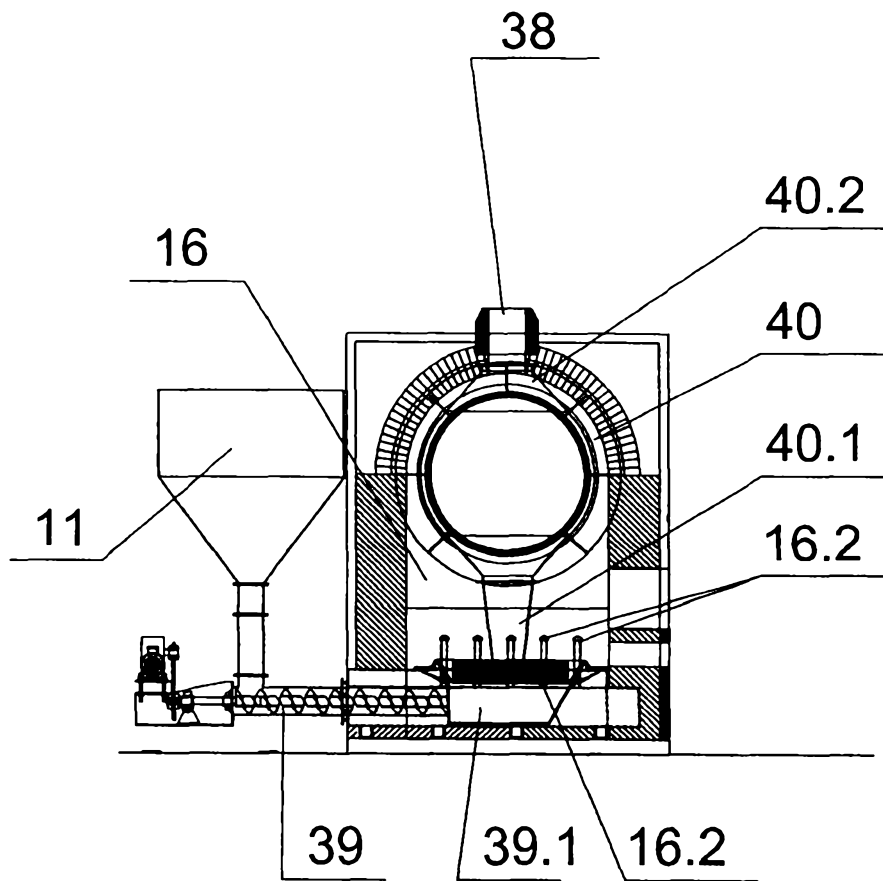


Figura 3

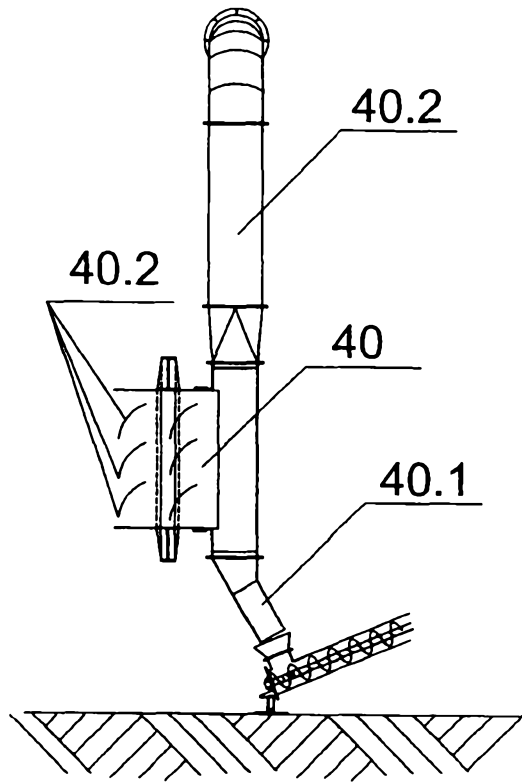


Figura 4

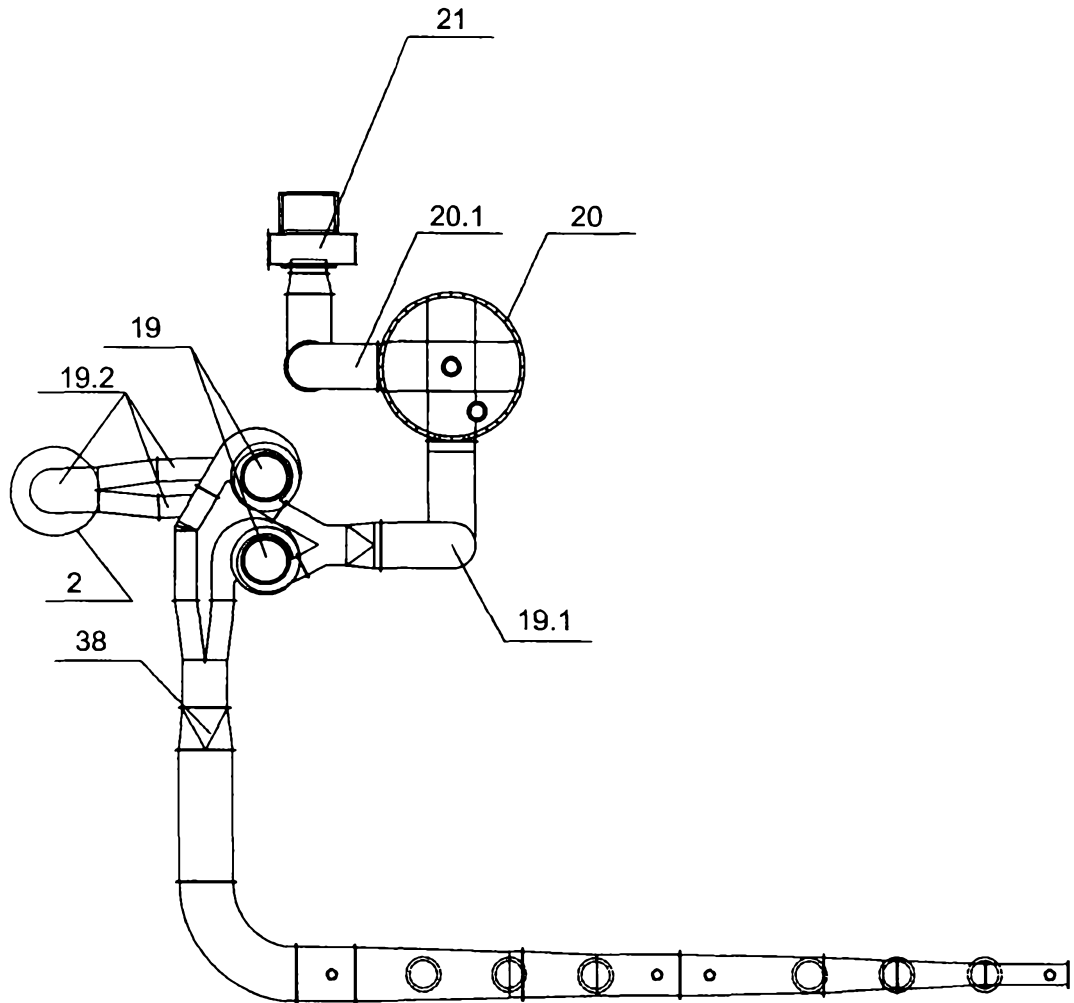


Figura 5

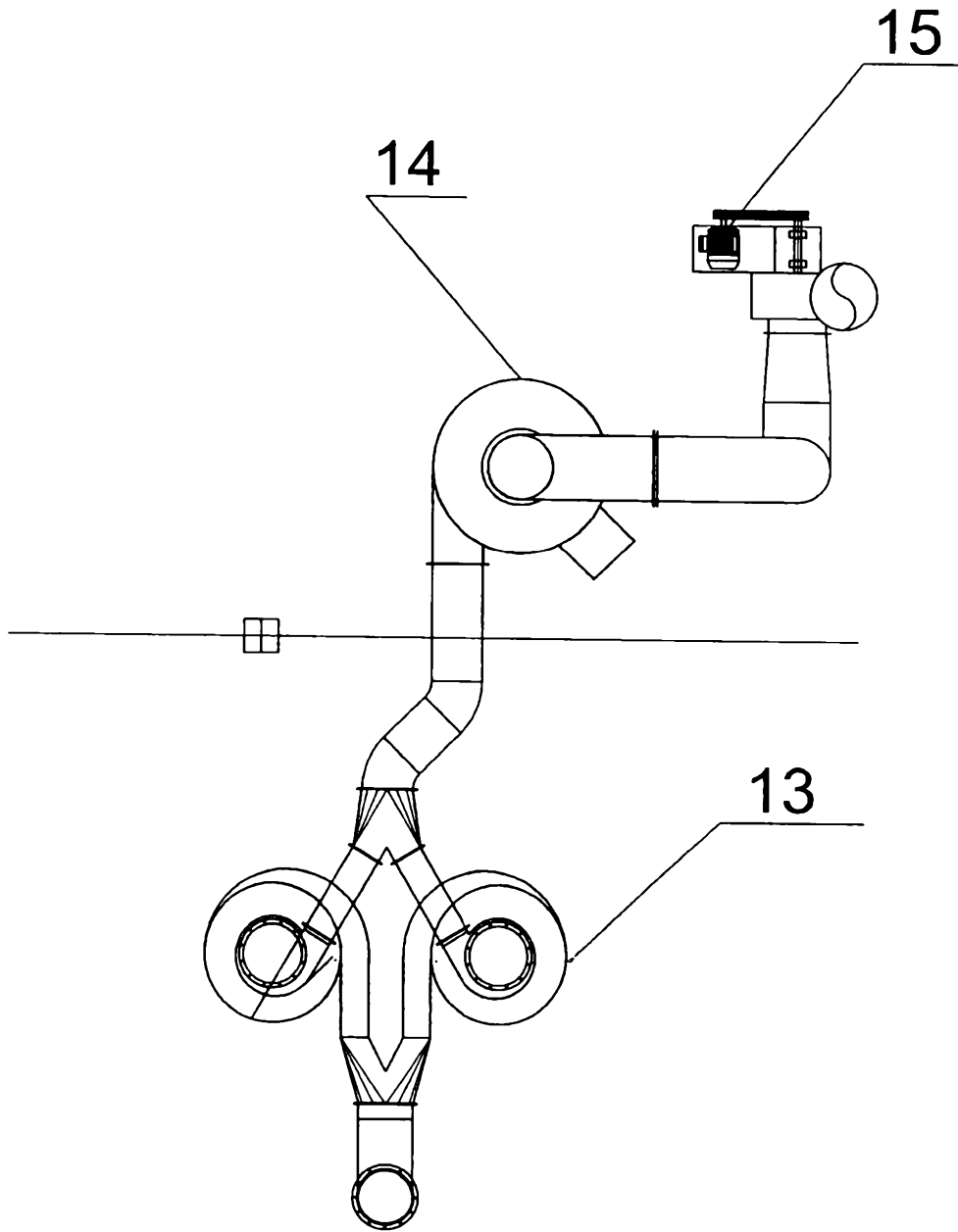


Figura 6

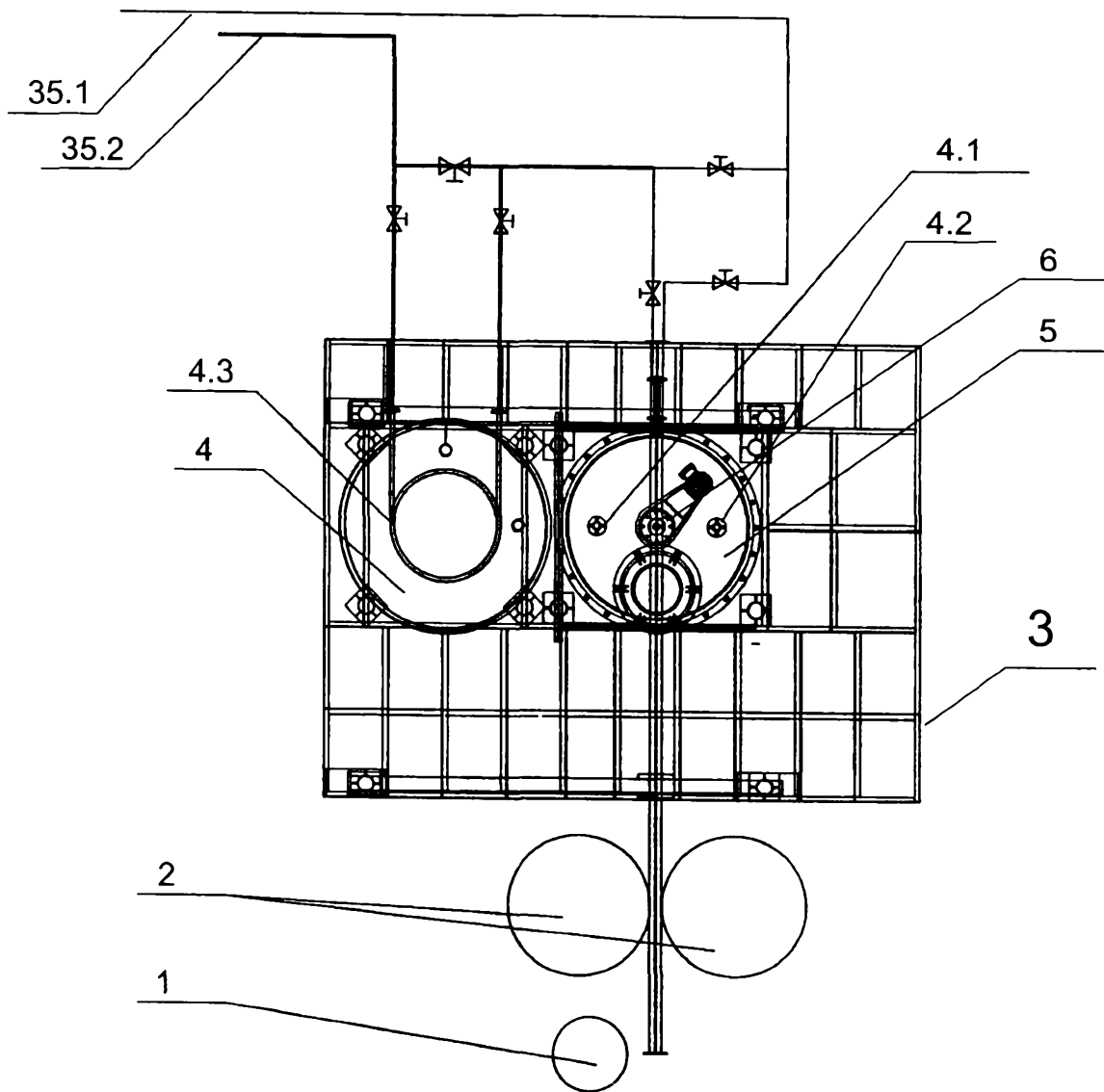


Figura 7

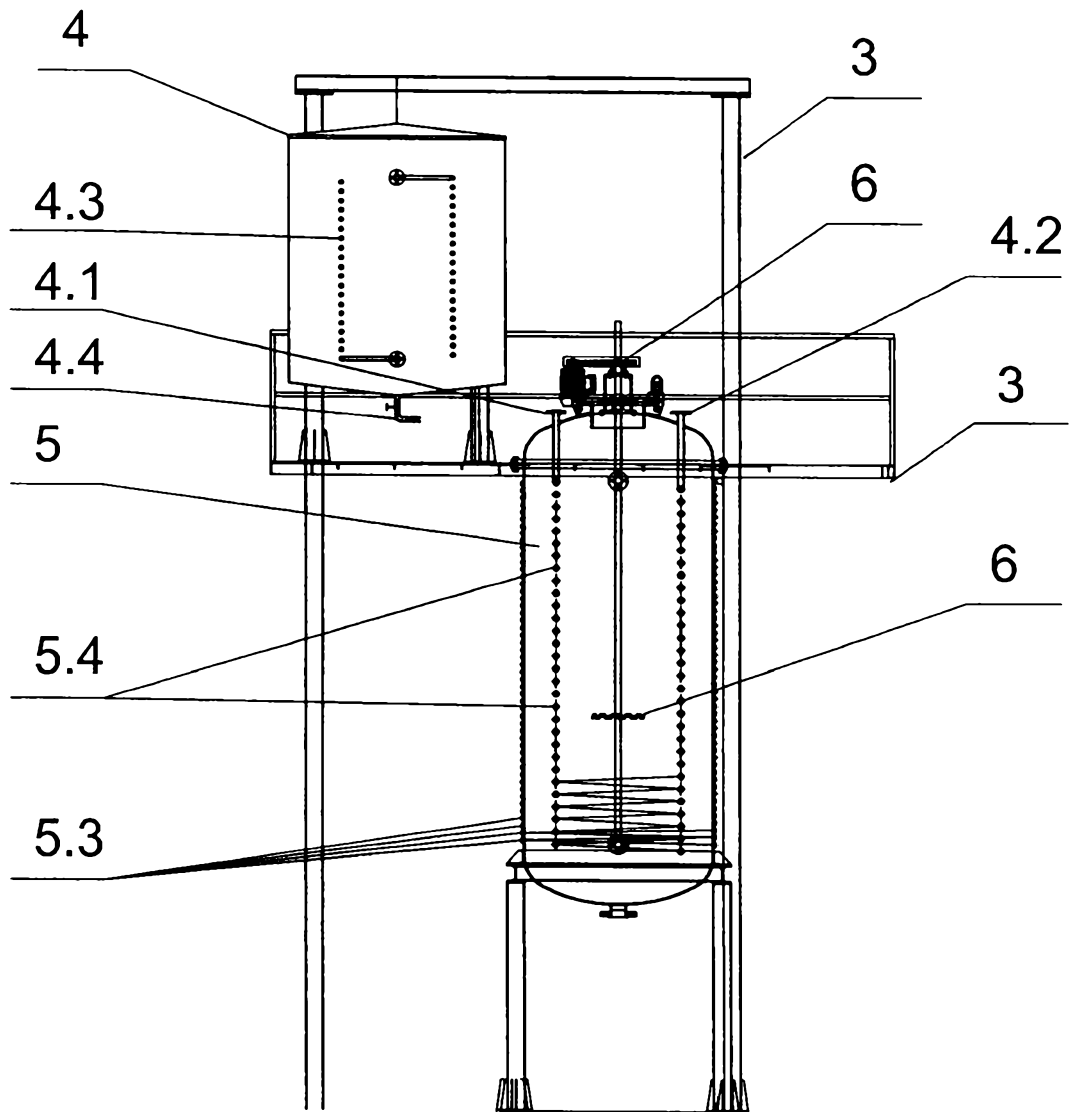


Figura 8

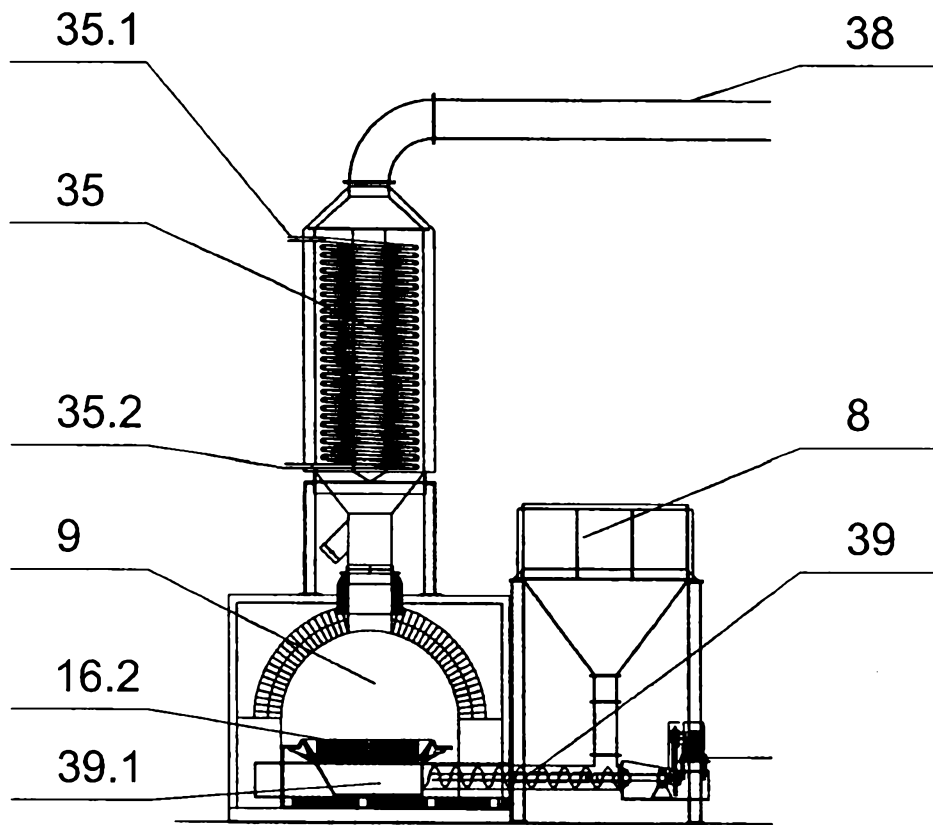


Figura 9

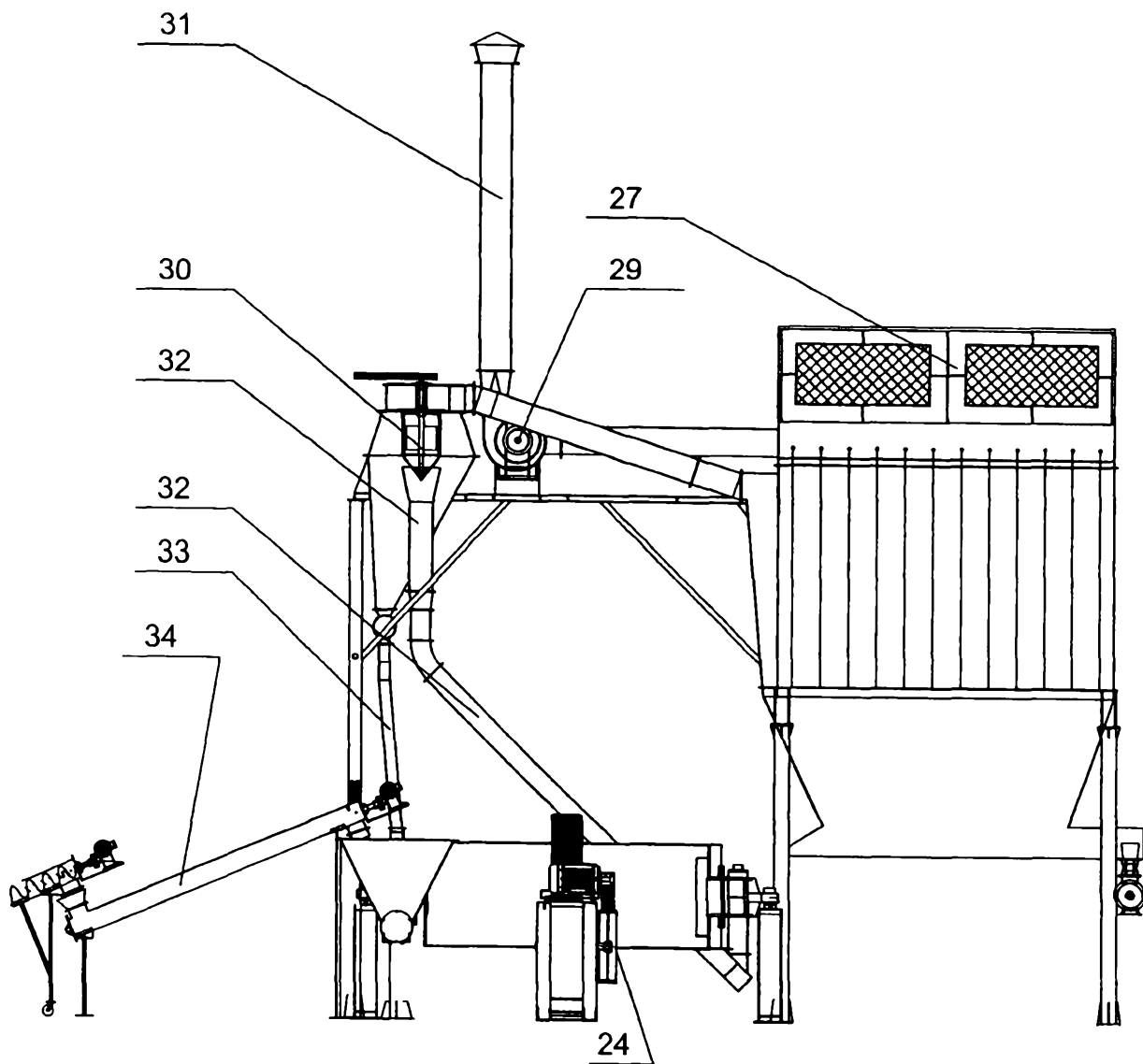


Figura 11

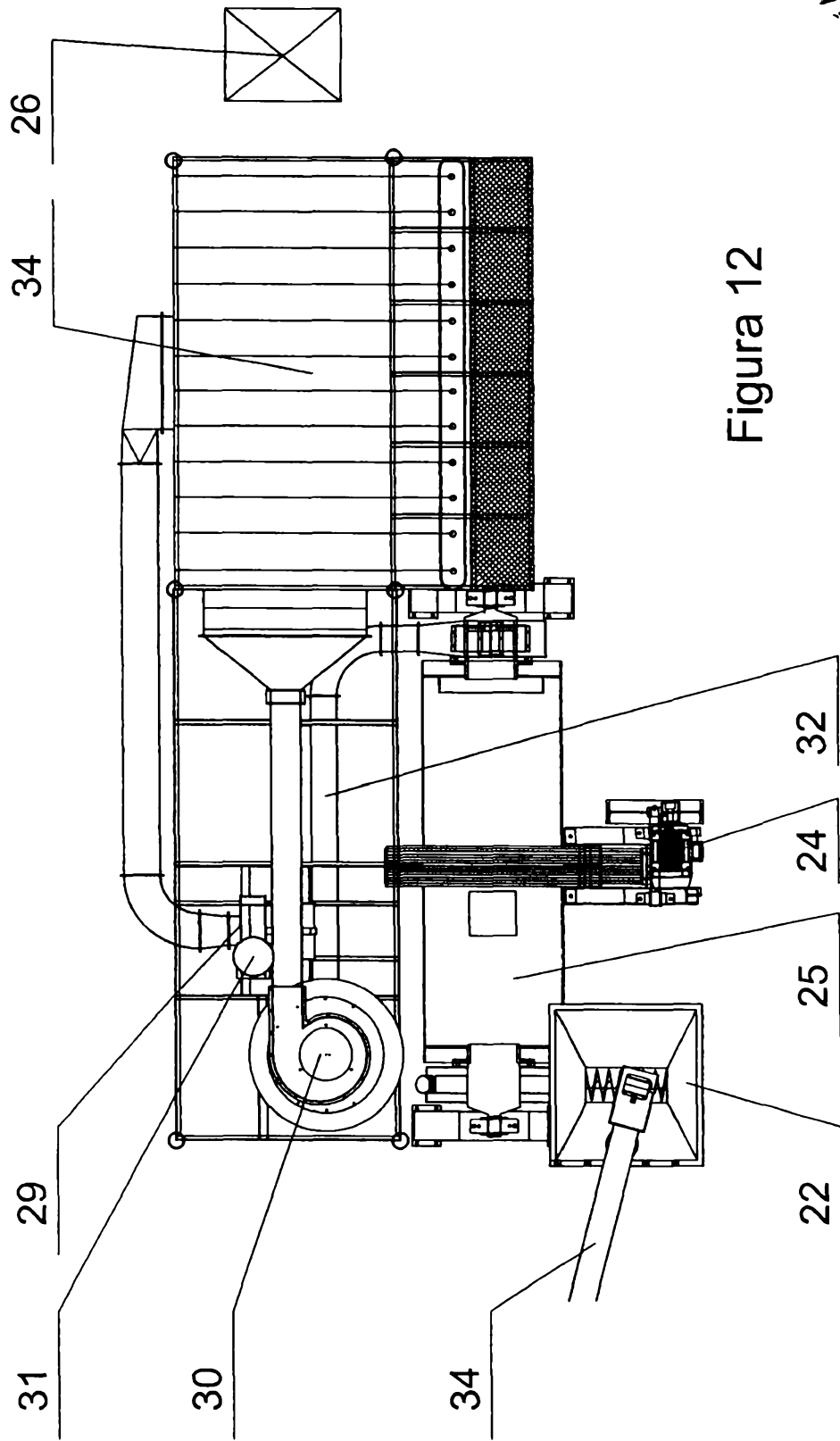


Figura 12

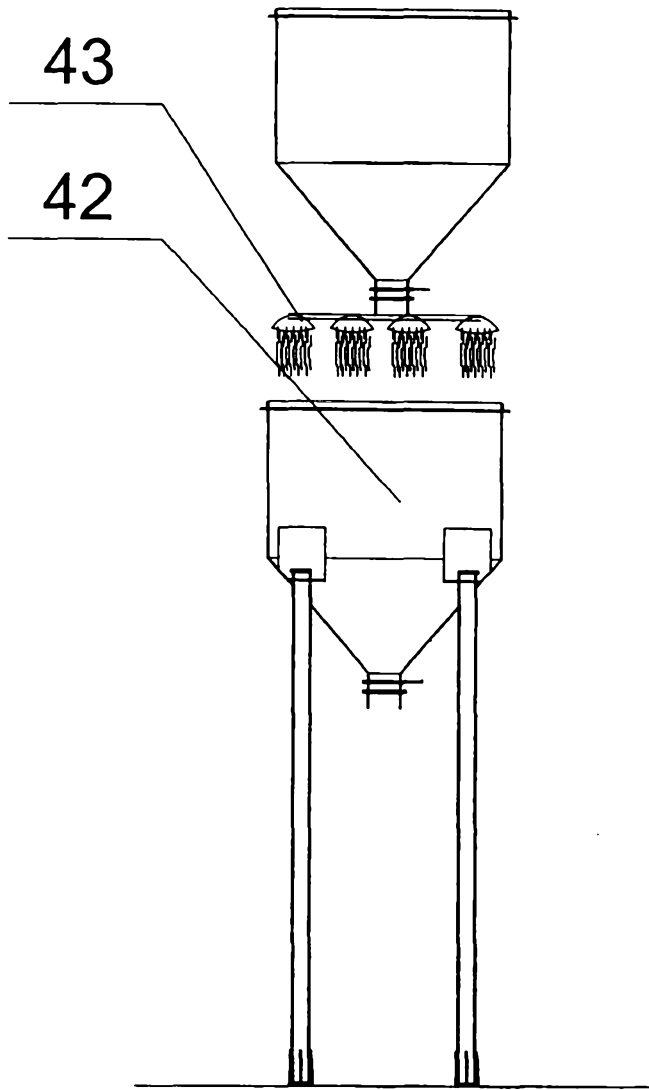


Figura 13

