

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

(11) **PI 0207003-0 B1**

(22) Data de Depósito: 13/02/2002
(45) Data da Concessão: 07/02/2012
(RPI 2144)



(51) *Int.Cl.:*
C03B 37/04
C03B 37/083

(54) Título: **MÉTODO PARA PREPARAR UM PRODUTO DE ISOLAMENTO EM FIBRA DE VIDRO.**

(30) Prioridade Unionista: 14/02/2001 FR 01/02024

(73) Titular(es): Saint-Gobain Isover

(72) Inventor(es): Alain Yang, Christophe Wagner, Mark Trabbold, Sébastien Beauflis

“MÉTODO PARA PREPARAR UM PRODUTO DE ISOLAMENTO EM FIBRA DE VIDRO”

Campo da Invenção

A invenção refere-se a técnicas para formação de fibras minerais ou de outros materiais termoplásticos por meio de um processo de centrifugação interna combinado com estiragem por meio de uma corrente gasosa a alta temperatura. Ela se aplica em particular a um método para preparar um produto de isolamento em fibra de vidro, em particular para a produção industrial de lã de vidro destinada a ser empregada, por exemplo, na composição de produtos para isolamento térmico e/ou acústico.

Fundamentos para a Invenção

Fibras de vidro e de outros materiais termoplásticos de pequeno diâmetro têm sido usadas numa variedade de aplicações, incluindo materiais para isolamento acústico ou térmico. Quando fibras de vidro de pequeno diâmetro são combinadas numa tela (referida intercambiavelmente aqui como uma "manta", "bloco de material fibroso" ou "pacote de lã"), fibras de vidro que carecem individualmente de resistência ou de rigidez podem ser ligadas com resina, e conformadas num bloco de material fibroso que é bastante forte, super-leve, altamente compressível e elástico. Blocos de material fibroso de isolamento podem ter a face revestida com papel ou plástico, ou podem permanecer sem revestimento de face.

O processo de formação de fibras a que a invenção se refere consiste em alimentar um fino fluxo de vidro fundido numa centrífuga, sendo também denominada fiandeira para formação de fibras, que gira a alta velocidade e que tem sua periferia perfurada por um grande número de orifícios através dos quais vidro é expulso como jato, em forma de filamentos, por ação da força centrífuga. Estes filamentos são então submetidos à ação de uma temperatura elevada e a uma corrente de estiragem anular de alta velocidade ao longo da parede da centrífuga. Esta corrente afina os mesmos e os transforma em fibras. As

5 fibras formadas são arrastadas por esta corrente gasosa de estiragem na direção de um mecanismo de recebimento que consiste geralmente de uma tira permeável a gás. À medida que as fibras são arrastadas para baixo, pulveriza-se sobre as mesmas um ligante que é necessário para ligar as fibras formando um produto em forma de lã. Em seguida, as fibras são recolhidas e conformadas em um bloco de material fibroso. Este processo é conhecido como "centrifugação interna".

10 A técnica de formação de fibras de vidro com atenuação, por sopro centrífugo, descrita acima em linhas gerais, tem sido utilizada comercialmente há muitos anos na produção de mantas e blocos de material fibroso de isolamento para a construção que envolve fibras de vidro, e um percentual substantivo do isolamento com fibras de vidro manufaturado presentemente é produzido mediante o uso desta técnica. Detalhes de várias formas deste processo encontram-se descritas, por exemplo, nas Patentes U.S. RE 24,708; 2,984,864; 2,991,507; 3,007,196; 3,017,663; 3,020,586; 3,084,381; 15 3,084,525; 3,254,977; 3,304,164; 3,819,345; 4,203,774; 4,759,974; e 5,743,932, que são incorporadas aqui por referência.

20 Este processo sofreu muitos aperfeiçoamentos, sendo que alguns destes referem-se, em particular, à fiandeira para formação de fibras, e outros referem-se ao meio de gerar a corrente de estiragem anular, mediante o uso de um tipo específico de queimador, por exemplo. Ver, em particular, EP-B-0 189 354; EP-B-0 519,797; WO 97/15532 no que se refere a este ponto mencionado por último.

25 A formação de fibras de vidro é extremamente complexa e requer o balanço de um grande número de parâmetros variáveis. Muitos dos detalhes de técnicas conhecidas não serão repetidos aqui, sendo que, ao invés, faz-se referência às patentes indicadas acima e suas revelações. No entanto, determinados aspectos limitados do estado da técnica serão considerados, especialmente aqueles que se referem à presente invenção.

No processo de atenuação por sopro centrífugo, a pressão do

queimador, e também a velocidade do gás de atenuação próxima da parede da fiandeira são importantes para uma otimização da atenuação da fibra. Os projetos das fiandeiras e a operação das mesmas também são fatores importantes, particularmente considerando-se a vida relativamente curta dos projetos atuais de fiandeiras e o custo extremamente elevado da substituição das fiandeiras.

No que se refere à fiandeira para formação de fibras, a patente FR 1,382,917 (pedida em 27 de fevereiro de 1963) descreve um dispositivo de formação de fibras cujo princípio ainda é amplamente utilizado: o material fundido é conduzido para um cesto cuja parede vertical contém orifícios através dos quais o material é pulverizado sobre a parede de um corpo giratório, fixado ao cesto, e contém uma grande quantidade de orifícios. Esta parede é denominada "cinta" da fiandeira para formação de fibras. Com o objetivo de se obter uma formação de fibras de boa qualidade, os orifícios são distribuídos em fileiras anulares e os diâmetros dos orifícios variam de acordo com a fileira à qual pertencem, sendo que este diâmetro diminui partindo do topo da cinta até o fundo.

No contexto da invenção, o "topo" da centrífuga é definido com referência à centrífuga na posição de centrifugação, isto é de acordo com um eixo essencialmente vertical (de rotação).

As fiandeiras usadas em equipamentos antigos de atenuação por sopro centrífugo apresentavam tipicamente um diâmetro de cerca de 200 mm e possuíam uma parede periférica que incluía tipicamente 4.000-6.000 orifícios através dos quais o vidro fundido é passada para formar os fluxos de vidro primários submetidos a atenuação pelo sopro anular. Percebeu-se que havia limites práticos para a taxa de estiragem para cada orifício da fiandeira de modo a manter uma qualidade aceitável da fibra, sendo que a taxa máxima por orifício situa-se entre cerca de 0,9 e 1,4 kg/dia. No entanto, as exigências econômicas para o aumento de produção de uma dada linha resultou usualmente em um aumento da taxa de estiragem apesar da deterioração da qualidade do produto.

Em um esforço para aumentar a vazão de uma fiandeira com um

dado diâmetro, o número de orifícios numa parede periférica da fiandeira tem sido aumentado para cerca de 23.000, e o diâmetro da fiandeira foi aumentado até cerca de 400-600 mm. Ver U.S. 4,759,974. Embora se tenha logrado algum incremento na taxa de estiragem, ainda persistem crenças antigas na indústria de
5 que há limites práticos relativos ao aumento da densidade dos orifícios que são controlados por fatores, como a necessidade de manter fluxos distintos de vidro emergindo da periferia da fiandeira e outros problemas potenciais de manufatura.

Foram realizados aperfeiçoamentos neste princípio básico, como mostrado, em particular, na patente FR 2,443,436, onde mecanismos tornam
10 possível obter um fluxo laminar do material fundido desde o topo até o fundo da cinta da fiandeira.

Um outro fator importante é a finura (diâmetro médio) das fibras. Já está bem estabelecido que, para uma dada densidade de uma manta, quanto mais finas as fibras, tanto maior a resistência térmica da camada.
15 Conseqüentemente, um produto de isolamento compreendendo fibras mais finas pode ser mais fino ao mesmo tempo em que conserva os mesmos índices de isolamento que um produto mais espesso de fibras mais brutas. Ou, da mesma forma, um produto de fibras mais finas pode ser menos denso do que um de fibras mais brutas com a mesma espessura, e ainda conservar o mesmo valor de
20 isolamento.

No transporte e no empacotamento de produtos de isolamento em forma de bloco de material fibroso e de manta prefere-se uma compressibilidade elevada. É desejável comprimir o bloco de material fibroso para o transporte e, depois, vê-lo recuperar rapidamente e confiavelmente o tamanho desejado.
25 Produtos correntes de isolamento em forma de bloco de material fibroso são limitados no que se refere à quantidade de compressão possível e à recuperação adequada que ainda pode ser obtida. Quando o produto é comprimido, o ligante permanece firme enquanto que as fibras propriamente ditas flexionam. À medida que aumenta o esforço sobre as fibras devido a compressão excessiva, as fibras

partem-se. Quando fibras se rompem, as rachaduras iniciam tipicamente em sítios de "defeitos acentuadores de tensão", como rachaduras, vincos, ou outros pontos fracos no material de fibra. Quanto menor o diâmetro da fibra, tanto mais rapidamente uma rachadura pode propagar-se desde um defeito e atravessar toda a seção transversal e, com isto, levar a uma quebra.

Embora fibras mais finas sejam desejáveis em virtude de suas eficiências econômica e de isolamento, técnicas modernas de sopro centrífugo não foram capazes de produzir uma manta apresentando um diâmetro médio das fibras muito menor do que 3,9 microns, sem reduzir inaceitavelmente a capacidade de uma manta desse tipo de recuperar-se da compressão. Embora não desejemos atermos a qualquer teoria, acredita-se que os projetos correntes de fiandeira e de queimador limitam os artesãos no que se refere a produzir fibras mais finas sem incorrer num grande número de defeitos acentuadores de tensão nas fibras. Geralmente estas pequenas rachaduras e imperfeições impedem que a manta ou bloco de material fibroso fabricado com fibras pequenas se recupere, em um valor aceitável, de volta à sua espessura original. Portanto, ainda existe na indústria a necessidade de produtos de isolamento com fibras, como blocos de material fibroso e mantas, que contenham fibras com diâmetros médios inferiores a 4 micrômetros, mas que também proporcionem recuperação adequada após serem comprimidos, como quando embalados em um rolo ou com uma película de polímero. Também persiste na indústria de isolamento a necessidade de um processo de atenuação com sopro centrífugo para produzir fibras de polímero e de vidro mais finas e com maior resistência.

Assim, o objetivo da invenção consiste em aperfeiçoar o dispositivo e o processo de formação de fibras através da centrifugação interna de fibras minerais. Este aperfeiçoamento enfoca particularmente a qualidade das fibras obtidas e um aumento do rendimento do processo.

De acordo com este objetivo, é possível produzir fibras em um ambiente menos agressivo de atenuação da fibra de modo a proporcionar fibras

com diâmetros reduzidos menores que 3,5 microns que serão usadas em produtos de isolamento, sem sacrificar a alta qualidade ou a recuperação aceitável após compressão. Em uma concretização adicional dos métodos desta invenção, proporciona-se um material de vidro que é fundido e alimentado numa fiandeira.

5 O material de vidro é centrifugado através de uma pluralidade dos orifícios da fiandeira de modo a formar uma multiplicidade de fluxos de vidro. Os fluxos de vidro são atenuados com uma corrente de gás adjacente ao exterior da fiandeira para formar fibras de vidro apresentando um diâmetro médio de no máximo 3,5 microns. A corrente de gás é produzida por uma pressão interna do queimador de
10 no máximo cerca de 2490-6230 N/m² (10-25 polegadas de água ou 250-635 mm de CE-“coluna d’água”), e, de preferência, inferior a 5730 N/m (23 polegadas de água ou 580 mm de CE-“coluna d’água”). Estas fibras reduzidas são depois combinadas com uma resina para formar um produto de isolamento apresentando uma resistência à ruptura segundo a norma ASTM C 686 de pelo menos cerca de
15 1 N/g (100 gf/g, que apresenta uma recuperação substancial de sua espessura nominal após compressão.

Comparando-se com produtos de isolamento comuns, como bloco de material fibroso de isolamento preparado com fibras de vidro e apresentando um diâmetro médio de cerca de 3,9 microns ou maior, os presentes produtos de
20 isolamento apresentam uma sensação ao toque que é semelhante à do algodão, e que não causa coceira ou irritação perceptível quando em contato com a pele humana. Como usado aqui, “produtos de isolamento” incluem blocos de material fibroso, mantas e rolos com face revestida ou sem face revestida. Os produtos de isolamento incluem desejavelmente um ligante resinoso, porém nem sempre isto é
25 necessário, desde que o produto apresente alguma coesividade, e não seja um produto de isolamento de enchimento solto. É possível utilizar produtos de isolamento para reforço compósito, isolamento de som, e que podem ser comprimidos ou tornados semelhantes a uma prancha mediante a adição de materiais adicionais. Determinadas concretizações desta invenção, quando

comparadas com produtos de isolamento convencionais de tipo bloco de material fibroso, podem proporcionar um desempenho de isolamento térmico de até 10% para uma mesma densidade, ou uma redução de pelo menos cerca de 20% na densidade para um mesmo desempenho isolante ou valor R. Estes produtos inovadores também produzem uma enorme economia de custos relativamente a blocos de material fibroso comerciais com valor R semelhante, devido aos menores custos de material de vidro.

Em outro exemplo desta invenção, produz-se um produto de isolamento de fibra de vidro fundindo-se um material de vidro e centrifugando-se o mesmo através de uma pluralidade de orifícios da fiandeira de modo a formar uma pluralidade de fluxos de vidro. Os fluxos de vidro são depois atenuados com uma corrente de gás [introduzida] nas fibras de vidro apresentando um diâmetro médio de, no máximo, cerca de 3,5 microns, seguido da combinação das fibras entre si, formando um produto de isolamento apresentando as seguintes características: uma resistência à ruptura, segundo a norma ASTM C 686, de no mínimo cerca de 1 N/g (100 gf/g); um peso em gramas de produto, segundo a norma ASTM C 167, de cerca de 753-1076 g/m² (70-100 g/ft²); e uma recuperação da espessura, segundo a norma ASTM C 167, aproximadamente equivalente ou melhor do que aquela de um produto de isolamento apresentando dimensões externas substancialmente semelhantes e constituído de fibras de vidro apresentando um diâmetro médio de cerca de 3,9 microns, com menos pó de corte e de solo do que um produto com diâmetro médio de 3,9 microns.

Os métodos preferidos de utilização de técnicas de formação de fibras de vidro com atenuação por sopro centrífugo descritos nesta revelação empregam aperfeiçoamentos como maior quantidade de orifícios da fiandeira para proporcionar fluxos de vidro iniciais menores e em maior quantidade e/ou menores velocidades de gás quente atenuador das fibras, de preferência com o uso de taxas convencionais de fluxo de vidro e de ar de combustão. Acredita-se que estas técnicas tornem mais delicada a atenuação das fibras, e que reduzem muito

choques contra as fibras de vidro de tal forma que elas sejam menos frágeis, mesmo quando produzidas em diâmetros de fibras muito reduzidos, formalmente não empregados na manufatura de isolamento de fibra de vidro em forma de bloco de material fibroso e de rolo.

5 Um método preferido utiliza um dispositivo proporcionado por esta invenção para centrifugação interna de fibras minerais incluindo uma centrífuga equipada com uma cinta periférica perfurada com orifícios distribuídos sobre uma pluralidade de zonas anulares dispostas umas sobre as outras (assumindo que a centrífuga se encontra em posição de centrifugação), e que
10 inclui pelo menos duas zonas anulares em que o número de orifícios por unidade de área superficial (NS) difere por uma quantidade maior ou igual a 5%, em particular maior ou igual a 10%, e até mesmo de 20%.

Em um método preferido de realização da invenção, a zona anular contendo o maior número de orifícios por unidade de área superficial localiza-se
15 abaixo de outra zona anular contendo um número médio menor de orifícios por unidade de área superficial, assumindo que a centrífuga encontra-se em posição de formação de fibras.

O termo "zona anular" é usado para definir uma zona da cinta da centrífuga contida entre dois planos perpendiculares do eixo (de rotação) da
20 centrífuga. No contexto da invenção, uma zona anular desse tipo é definida como uma região em que o número de orifícios por unidade ou área de superfície é substancialmente constante por toda a parte da periferia da cinta contida na referida zona anular.

O número de orifícios por unidade de área superficial, NS, é
25 definido como o número de orifícios contidos em um elemento da superfície da zona anular, em particular na ordem de um centímetro quadrado, em relação à área superficial deste elemento da superfície. O número de orifícios por unidade de área superficial é considerado como sendo substancialmente constante quando varia em menos de 0,5 % relativamente a todos os elementos de superfície de uma

única zona anular. Uma zona anular pode incluir um único orifício por segmento vertical, porém usualmente contém vários destes, em particular de 4 a 15. O termo "segmento vertical" refere-se a uma parte da zona anular limitada, no eixo vertical, por cada um dos planos definidos acima, desde que se observe ali uma média de apenas um orifício sobre um eixo horizontal, assumindo que a centrífuga se encontra em posição de formação de fibras.

Fibras minerais são manufaturadas convencionalmente com uma centrífuga em que o número de orifícios por unidade de área superficial é constante em toda a altura da cinta da centrífuga. Efetivamente, uma centrífuga convencional é perfurada por meio de usinagem com descarga elétrica, com um pente constituído de eletrodos distribuídos em linha onde o afastamento entre os eletrodos é constante. Após perfuração simultânea dos orifícios numa coluna vertical, o pente é deslocado de modo a realizar a perfuração da coluna seguinte, após deslocar o pente sobre a cinta por uma distância correspondente ao espaçamento horizontal entre o centro de orifícios consecutivos.

Esta técnica permite perfuração muito precisa e as variações relativas ao número de orifícios por unidade de área superficial são extremamente baixas, especificamente são menores que 1 por mil.

Uma centrífuga convencional contém geralmente entre 2000 e 40.000 orifícios, especificamente para diâmetros médios da centrífuga de 200 mm a 800 mm, respectivamente.

Provou-se ser possível incrementar significativamente a qualidade da esteira de fibras, em particular de suas propriedades mecânicas, ao mesmo tempo em que se obtém uma redução muito significativa no consumo de energia, e, assim, do rendimento do processo de formação de fibras, utilizando-se um dispositivo preparado de acordo com a invenção.

Este efeito é particularmente notável por se saber que, a uma taxa de estiragem constante, o consumo de energia diminui quando aumenta o número de orifícios para a mesma altura da cinta, porque quanto mais material fundido é

dividido, menos energia é requerida para extraí-lo. Contudo, quando o número de orifícios é incrementado para a mesma altura de cinta em uma centrífuga convencional, a qualidade das esteiras de fibra produzidas não aumenta, e até tende a diminuir, enquanto que com o dispositivo preparado de acordo com a
5 invenção é possível aperfeiçoar as propriedades dos produtos e o rendimento do processo ao mesmo tempo.

Recordemos que no texto se fez referência a uma centrífuga observada na posição de centrifugação, isto é, com a cinta, incluindo os orifícios, disposta de uma maneira substancialmente vertical, em torno do eixo ao longo do
10 qual o material fundido é carregado durante a formação de fibras. O material fundido é carregado através do "topo" da centrífuga nesta posição. A base da centrífuga é substancialmente horizontal e as zonas anulares encontram-se paralelas a esta base e encontram-se superpostas nesta disposição.

Uma centrífuga preferida de acordo com a invenção contém pelo
15 menos duas zonas anulares superpostas, sendo que a inferior apresenta um número maior de orifícios por unidade de área superficial do que aquela localizada sobre a primeira. Em um método de realização, a centrífuga inclui pelo menos três zonas anulares superpostas e cada uma destas zonas inclui um número maior de orifícios por unidade de área superficial do que uma na zona anular mais próxima
20 localizada acima da zona anular considerada.

De acordo com um método preferido de realização, os orifícios de cada zona são agrupados em fileiras, com um diâmetro de orifício (d) substancialmente constante em cada zona anular e diminuindo de uma zona anular para outra, desde o topo até o fundo da cinta periférica da centrífuga na posição de
25 centrifugação.

Na invenção, também é desvantajoso que pelo menos duas fileiras adjacentes apresentem orifícios de diâmetros diferentes, e, mais especificamente, que as fileiras apresentem, desde o topo até o fundo da cinta periférica, diâmetros decrescentes dos orifícios (geralmente todos os orifícios de uma única fileira

apresentam o mesmo diâmetro). Assim, é possível antecipar, desde o topo até o fundo, n fileira(s) de orifícios com um dado diâmetro, depois p fileira(s) de orifícios com um diâmetro menor, depois t fileira(s) de orifícios com um diâmetro ainda menor, etc. sendo que n , p e $t \geq 1$.

5 Por exemplo, poderia-se ter uma primeira zona anular, ZA1, que consiste de n fileiras, uma segunda, ZA2, que consiste de p fileiras, e uma terceira, ZA3, que consiste de t fileiras.

10 Estabelecendo desta forma um tipo de "gradiente" decrescente nos tamanhos dos orifícios, desde o topo até o fundo, observou-se um aperfeiçoamento na qualidade da formação de fibras. Com isto, foi possível reduzir as diferenças na maneira com que filamentos provenientes das fileiras mais elevadas eram fiados relativamente aqueles provenientes das fileiras mais inferiores; este "gradiente" permite um desenvolvimento de filamentos primários que saem dos orifícios e um processo de estiragem que limita o cruzamento das
15 trajetórias e, assim, o impacto, entre as fibras que estão sendo extraídas de diferentes fileiras de orifícios, observando-se portanto uma qualidade aperfeiçoada.

Esta configuração é particularmente adaptada à produção de lãs minerais menos densas.

20 Por outro lado, em determinados casos, pode-se desejar estimular o impacto entre as fibras de modo a reduzir seu comprimento. Estes casos correspondem à produção de lãs minerais densas, particularmente adequadas para painéis usados no revestimento de tetos. Nestes casos, pode-se, por exemplo, alternar o tamanho dos orifícios de uma zona para outra, sendo portanto possível
25 antecipar, desde o topo até o fundo, n fileira(s) de orifícios com um dado diâmetro, então p fileira(s) de orifícios com um diâmetro maior, depois t fileira(s) de orifícios com um diâmetro menor do que aqueles dos orifícios da fileira localizada acima, etc.

Seria desvantajoso ter fileiras distanciadas umas das outras por

uma distância entre 1 e 2 mm, em particular de 1,2 a 1,8 mm, com um afastamento preferível de uma fileira para outra, de 1 a 2 mm, por exemplo de 1,2 a 1,6.

De preferência, o diâmetro (d) de pelo menos uma parte dos orifícios da centrífuga é de, no máximo, 1,5 a 1,2 mm, em particular de 1,1 a 0,5 mm, por exemplo entre 0,9 e 0,7 mm.

De acordo com outro método de realização do dispositivo preferido de acordo com a invenção, a distância, D, entre os centros dos orifícios vizinhos mais próximos de uma única zona anular é substancialmente constante sobre toda uma única zona anular e esta distância, D, varia de uma zona para outra em pelo menos 3 %, ou mesmo em pelo menos em 5 % e, até mesmo, em 10 % ou mais, e diminui desde o topo até o fundo, assumindo que a centrífuga se encontra em posição de formação de fibras.

De preferência, a distância, D, é entre 0,8 e 3 mm, por exemplo entre 1 e 2 mm e, até mesmo, entre 1,4 e 1,8 mm.

Seria vantajoso que a centrífuga preferida de acordo com a invenção fosse selecionada com um diâmetro médio, DM, menor ou igual a 800 mm, em particular de pelo menos 200 mm.

De preferência, a centrífuga preferida é desprovida de um fundo em sua parte mais inferior. De acordo com este método de realização, a centrífuga é conjugada com um cesto em que o vidro fundido se espalha, de preferência conjugada por meio de montagem mecânica.

De acordo com um método preferido de realização, o dispositivo preferido de acordo com a invenção inclui pelo menos um mecanismo para gerar um jato gasoso de estiragem a alta temperatura, em forma de um queimador anular, em particular como descrito nas patentes EP 0 189 354 e EP 0 519 797 do requerente.

Seria vantajoso que o queimador anular fosse um queimador tangencial que inclui um mecanismo que proporciona ao jato gasoso de estiragem

um componente tangencial com relação à borda horizontal exterior da centrífuga, em particular como descrito na patente EP 0 189 354 do requerente.

Assim é possível obter um ângulo de inclinação do jato gasoso de estiragem em relação ao eixo do queimador.

5 Também é possível utilizar um mecanismo de aquecimento "interno" à centrífuga, do tipo queimador interno. Este pode desempenhar papéis diferentes, em particular terminando o condicionamento térmico do vidro fundido no "cesto" da centrífuga (termo explicado abaixo, utilizando as figuras), mantendo a uma temperatura apropriada a reserva de vidro na centrífuga para refundir
10 continuamente as fibras que são capazes de aderir às paredes externas da centrífuga.

Pode ser vantajoso combinar o método de aquecimento "externo", do tipo indutor anular, com este método de aquecimento interno; isto também permite melhor controle da temperatura da reserva de vidro e a refusão das fibras
15 aderidas. De fato, observou-se que, geralmente, a baixas taxas de estiragem, foi suficiente apenas recorrer a um queimador interno, enquanto que, a taxas elevadas de estiragem, o indutor anular provou ser necessário, e que a possível adição do queimador interno é benéfica.

Quando se utiliza a centrífuga preferida indicada acima, é
20 vantajoso que a estiragem gasosa a quente seja realizada por meio de um queimador anular cujos parâmetros de operação podem ser selecionados da seguinte maneira:

- de preferência, deve ser possível regular a temperatura dos gases que deixam o queimador até pelo menos 1350°C, em particular pelo menos
25 1400°C e, por exemplo, entre 1400 e 1500°C, em particular entre 1430 e 1470°C. A temperatura é então ajustadas de acordo com o tipo de composição das fibras minerais, em particular de acordo com seu comportamento viscosimétrico,

- é vantajoso regular a velocidade dos gases que deixam o queimador em pelo menos 200 m/s, medido imediatamente na saída dos lábios do

queimador, em particular em valores entre 200 e 295 m/s.

Pode-se recorrer a um indutor para aquecer a zona mais baixa da centrífuga e evitar ou limitar a criação de um gradiente de temperatura sobre a altura da centrífuga.

5 Considera-se que fibras com menos defeitos acentuadores de tensão em suas superfícies e seções transversais são mais elásticas sob compressão, resultando em maiores valores medidos de recuperação da espessura do que se poderia esperar de blocos de material fibroso ligadas com resina apresentando fibras com diâmetros médios de 3,5 microns, ou menos. Assim,
10 produtos preparados por meio destes processos são ideais para as necessidades de armazenamento e transporte sob alta compressão das embalagens modernas de produtos de isolamento.

A invenção será detalhada abaixo utilizando-se exemplos não-restritivos ilustrados pelas figuras a seguir:

15 FIG. 1: uma vista parcial do dispositivo de centrifugação de acordo com a invenção,

FIG. 2: é uma vista esquemática plana apresentando uma pluralidade de orifícios de fiar desta invenção dispostos sobre uma esteira transportadora;

20 FIG. 3: é uma vista esquemática em elevação lateral da disposição de orifícios de fiar da FIG.

2;

FIG. 4: uma vista parcial da centrífuga preferida de acordo com a invenção,

25 FIG. 5: é um ilustração gráfica do diâmetro médio das fibras *versus* percentual numérico de cada tamanho de fibra no produto, representando um espectro preferido de fibras para um produto de isolamento desta invenção que emprega um diâmetro médio de fibras de 2,1 microns;

FIG. 6: é uma ilustração gráfica de variações do valor R *versus*

diâmetro médio das fibras para um produto de isolamento comercial típico do tipo bloco de material fibroso, e para um produto de isolamento do tipo bloco de material fibroso com alto desempenho produzido de acordo com esta invenção; e

FIG. 7: é uma ilustração gráfica da variação de densidade *versus* diâmetro médio da fibra para um produto de isolamento comercial típico do tipo bloco de material fibroso, e para um produto de isolamento de tipo bloco de material fibroso com alto desempenho produzido de acordo com esta invenção.

Para os fins desta descrição, o uso do termo "vidro" destina-se a incluir qualquer um dos materiais de mineral de vidro, como rocha, escória ou basalto, e também vidros tradicionais, como por exemplo, vidro E, vidro S, vidro C, vidro E-CR, vidro A, vidro resistente a álcali ou A.R. (*Alkali-Resistant*, vidro de chumbo L (*Lead*), vidro D (dielétrico), vidro M (módulo elevado), sendo que vidro C comercial é o mais preferido. Embora se prefira material de vidro, esta invenção encontra aplicação útil em "materiais termoplásticos" que, além de vidro e de outras fibras minerais, incluem materiais poliméricos, como fibras de poliéster, polietileno e polipropileno. Espera-se que tanto fibras de polímero e fibras de vidro possam ser usadas simultaneamente nos produtos de isolamento desta invenção. E, finalmente, embora se possa utilizar aqui fibras retas uniformes, esta invenção também considera o uso de "fibras irregulares", como fibras ocas, crespas, e onduladas, e fibras apresentando tamanhos e/ou geometrias irregulares ou com seções transversais diferentes, como por exemplo, redondas grandes e pequenas, redondas e triangulares, irregulares e redondas, quadradas e ocas, crespas e redondas, etc. Sabe-se que tais formas e geometrias irregulares produzem um preenchimento de volume e uma estrutura de retícula mais uniforme, o que proporciona maiores taxas de recuperação após serem comprimidas, independentemente do número de defeitos nas fibras propriamente ditas. Fibras com formas irregulares também reduzem irritação, e pode tornar o produto menos poeirento. "Irregularidade" também pode ser produzida utilizando-se mais do que uma composição de vidro fundido que apresenta coeficientes

diferentes de expansão térmica, pontos de fusão diferentes, viscosidades diferentes, ou resistências mecânicas diferentes, usados em todas as fibras simultaneamente, ou alternativamente entre grupos de fibras diferentes.

5 Compreende-se que os produtos de isolamento desta invenção podem ser encapsulados no interior de uma camada de plástico exterior conforme descrito por Schelhorn *et al.*, Patente U.S. 5,277,955, incorporada aqui integralmente por referência. Os produtos de isolamento desta invenção podem ser, por exemplo, selados, empacotados ou enrolados.

10 Assim, a Figura 1 representa uma vista parcial de um sistema de centrifugação interna utilizando gás de estiragem quente adaptado com base naqueles conhecidos do estado da técnica e descritos, em particular, nas patentes EP 91 866, EP 189 354 e EP 519 797, que podem ser referidas para maiores detalhes quanto aos aspectos gerais deste método de formação de fibras.

15 O sistema inclui uma fiandeira ou centrífuga 1 fixada a um eixo 2. O eixo e a centrífuga são impelidos por um movimento de rotação rápida utilizando um motor não ilustrado. O eixo 2 é oco e o vidro em estado fundido flui desde o mecanismo de alimentação não representado no eixo 2 até o "cesto" 3 em que o vidro fundido se espalha. O cesto 3 também é girado de tal forma que o vidro fundido seja esguichado sobre a parede periférica 4 que é perfurada com
20 orifícios e, a partir daí, na forma de fluxos volumosos de vidro 6, sobre a parede periférica 7, usualmente denominada "cinta" da centrífuga 1, que formará sobre esta parede uma reserva permanente de vidro fundido para abastecer os orifícios circulares 14 perfurados na referida parede. Esta parede 7 é inclinada em cerca de 5 a 10° com relação à vertical. Dos muitos orifícios circulares 14 dispostos em
25 fileiras saem os cones de fluxo 8 que se estendem a pré-fibras 15, projetados na corrente gasosa anular emitida do queimador 9. Sob o efeito desta corrente, estas pré-fibras esticam-se, sendo que sua porção terminal gera fibras descontínuas 10 que são então recolhidas sob a centrífuga. O sistema também contém uma coluna de sopragem 11 que cria uma "nuvem de gás" que envolve a corrente de gás

anular gerada pelo queimador 9. Também há a opção de utilizar um anel de corrente de indução 12 sob a centrífuga 1 e/ou um queimador interno não representado.

5 Nas condições padrão, o espaçamento entre as linhas que passam através do centro de duas fileiras paralelas de orifícios, denominado afastamento, é constante em toda a altura da cinta. Nestas condições, a distância entre os centros de orifícios adjacentes na mesma fileira também é constante.

Assim, em uma centrífuga convencional, o número de orifícios por unidade de área superficial é constante sobre toda a superfície da cinta.

10 Em condições convencionais de operação, um dispositivo desse tipo permite obter fibras com um diâmetro médio de pelo menos 2 microns, particularmente de cerca de 3 a 12 microns.

15 Como discutido a seguir, o número, tamanho e densidade dos orifícios de fiar 14, e também os parâmetros do gás de atenuação são importantes para a formação de fibras pequenas com alta resistência, com dimensões médias inferiores a cerca de 3,5 microns, e, de preferência, com diâmetros médios menores do que cerca de 3,0 microns. Fibras do tipo referido são distribuídas vantajosamente em produtos de isolamento, de tal forma que pelo menos cerca de 40 %, e, de preferência, cerca de 50-75 % das fibras apresentem um diâmetro ou
20 dimensão da seção transversal que é menor do que o diâmetro médio ou a dimensão objetivada. Uma distribuição típica para um produto de isolamento de tipo bloco de material fibroso em fibra de vidro com diâmetro médio de 2,1 preparado de acordo com os princípios desta invenção encontra-se descrito abaixo, na Tabela 1.

25 Tabela 1: Espectros das fibras (amostra com diâmetro médio de 2,1 microns)

diâmetro (microns)	teor
0	23,1 %
0,5	13,1 %
1	13,1 %
1,5	11,3 %
2	9,1 %
2,5	6,8 %
3	5,0 %

3,5	3,6 %
4	4,1 %
4,5	1,8 %
5	1,4 %
5,5	2,3 %
6	1,4 %
6,5	0,0 %
7	1,4 %
7,5	0,0 %
8	0,0 %
8,5	0,0 %
9	1,4 %
9,5	0,5 %
10	0,0 %
10,5	0,0 %
11	0,0 %
11,5	0,5 %
12	0,0 %
12,5	0,0 %
13	0,0 %
13,5	0,5 %
14	0,0 %
14,5	0,0 %
% < 2 microns	70 %

É possível utilizar um "queimador", como um aquecedor a resistência elétrica, queimador ou forno com fornecimento de gás residual reciclado, carvão, gás, ou óleo combustível, ar pressurizado, vapor, ou qualquer resultado gasoso de produtos de combustão, para proporcionar uma corrente de gás. No entanto, espera-se que um queimador de combustão anular interno 9 apresentando uma construção substancialmente convencional, seja disposto acima da parede da fiandeira nesta concretização preferida. O queimador 9 inclui uma 5 tubeira de sopro anular 64 disposta acima da parede periférica da fiandeira 7 de modo a dirigir, de preferência, um sopro anular em sentido descendente adjacente à parede periférica 7 para interceptar e atenuar a multiplicidade de pré-fibras de 10 vidro 15 provenientes dos orifícios 14. O queimador 9 inclui um corpo de metal preferido que envolve um revestimento refratário definindo uma câmara de combustão anular em cuja entrada se introduz uma mistura de ar e combustível. A tubeira de sopro se comunica com a câmara de combustão e é formada por lábios 15 interiores e exteriores 54 e 56. Os lábios de sopro 54 e 56 incluem, respectivamente,

canais de resfriamento internos preferidos, nos quais um líquido de arrefecimento, como água, é introduzido pela entrada, circulando até uma saída.

De acordo com um aspecto importante e principal da invenção, os lábios de tubeira exteriores 54 e 56 se encontram afastados por uma distância determinada uns dos outros, como mostrado na Fig. 1, para proporcionar um ambiente menos agressivo atenuador de fibras a partir de vazões convencionais de gás e de ar de combustão dos queimadores empregados convencionalmente. Isso pode ser obtido alargando-se ligeiramente a largura dos lábios do queimador de cerca de 7,7 mm até mais do que cerca de 8,0 mm, e, de preferência, de cerca de 8,1-8,5 mm, o que reduz a velocidade do gás quente de atenuação mesmo que o fluxo de ar e o fluxo de gás no queimador não sejam alterados significativamente a partir de faixas convencionais. Por exemplo, caso um queimador convencional empregue uma largura de lábios de queimador de cerca de 7,7 mm, uma vazão de ar de 1838 m³/h (64.938 ft³/h) e uma vazão de gás de 114 m³/h (4.038 ft³/h), como mostrado na Tabela 2 abaixo, o queimador desta invenção poderia reduzir a vazão de corrente de gás, mesmo com as vazões de ar e de gás sendo equivalentes 1914 m³/h (67.600 ft³/h) e 113 m³/h (4.000 ft³/h), respectivamente, aumentando-se a amplitude dos lábios do queimador até cerca de 8,2 mm. Isto pode ser verificado pela pressão no interior do queimador, que é conhecida, por meio de experimentação, a ser reduzida de cerca de 5430 N/m² (21,8 polegadas de água ou 555 mm CE) para cerca de 4682 N/m² (18,8 polegadas de água ou 480 mm CE) no caso de fibras de 2,9 microns, e de cerca de 5380 N/m² (21,6 polegadas de água ou 550 mm CE) no caso de fibras de 2,1 microns. Isto é inesperado porque, anteriormente, se acreditava que aumentando a pressão do queimador e a velocidade do sopro para obter maior atenuação era o único meio adequado para produzir fibras mais finas. Ver a patente US 4.759.974; coluna 7, linhas 49-57. Evidentemente, diminuindo-se a vazão de ar, a vazão de gás, aumentando-se o tamanho da câmara de combustão, e/ou diminuindo-se a quantidade ou taxa de combustão, isto também exercerá um impacto sobre a redução da velocidade do gás de atenuação, e deveria ser considerado como o equivalente prático

do aumento da largura dos lábios do queimador. É possível utilizar, juntas ou separadamente, todas estas técnicas de ajuste da velocidade da corrente de gás. Os exemplos comparativos estão mostrados na Tabela 2 e ilustram estes resultados inesperados.

5

Tabela 2: Exemplo A: Condições de formação de fibras

	Produto corrente	Largo	Preferido	A1	A2
Taxa de estiragem do vidro (M. t/dia)	22,0	18-30	22-26	19 ⁽¹⁾	16,5 ⁽¹⁾
Largura dos lábios do queimador (mm)	7,7	Pelo menos 8	8,1-8,5	8,2	8,2
velocidades da fiandeira m ³ /h (ft ³ /h) (rpm)	55 (1.975)	Pelo menos 56 (2000)	59-66 (2100-2300)	63 (2250)	63 (2250)
Fluxo de ar m ³ /h (ft ³ /h)	1838 (64.938)	1415-2832 (50.000-100.000)	1840-2407 (65.000-85.000)	1976 (69.800)	2,2 ⁽²⁾ (80.100)
Fluxo de gás m ³ /h (ft ³ /h)	114 (4.038)	84-170 (3.000-6.000)	113-142 (4.000-5.000)	122 (4.330)	141 ⁽²⁾ (4.970)
Pressão do queimador interno N/m ² (Polegadas de água)	5430 (21,8)	2490-6230 (10-25)	3736-5480 (15-22)	4682 (18,8)	5380 ⁽²⁾ (21,6)
Diâmetro médio estimado das fibras (microns)	3,9	menor que 3,5	menor que 3,0	2,9	2,1
Peso em gramas do produto ⁽³⁾ g/m ² (g/ft ²)	1.119 (104)	431-2.260 (40-210)	538-1615 (50-150)	958 (89)	872 ⁽⁷⁾ (81)
Espessura de recuperação ⁽⁵⁾ após 28 dias de compressão N/m ² (polegadas)	976 (3,92)	871-997 (3,5-4,0)	896-922 (3,6-3,7)	976 (3,92)	919 ⁽⁷⁾ (3,69)
R-13-Conductividade térmica ⁽⁴⁾ mW/m.K (Btu in/ft. h.°F)	38,65 (0,268)	28,85-43,27 (0,200-0,300)	37,5-39,66 (0,260-0,275)	38,51 (0,267)	38,51 ⁽⁷⁾ (0,267)
Resistência à ruptura ⁽⁵⁾ das amostras na direção da linha de produção - N/g (gf/g)	2,37 (237) 1,92 (192) 1,89 (189) 2,63 (263) 2,49 (249)			2,56 (256) 2,37 (237) 3,02 (302) 2,45 (245) 2,93 (293)	1,66 (166) 1,28 (128) 1,80 (180) 1,56 (156) 1,84 (184)
Resistência à ruptura ⁽⁵⁾ das amostras na direção transversal à linha de produção N/g (gf/g)	1,61 (161) 2,20 (220) 2,33 (233) 2,01 (201) 2,13 (213)			2,76 (276) 2,06 (206) 2,34 (234) 2,56 (256) 2,45 (245)	1,42 (142) 1,27 (127) 1,73 (173) 1,28 (128) 1,33 (133)
Desvio médio padrão	2,16 (31)	>1 (>100)	1,25(205)	2,55 (29)	1,35 (135)
Pó de sacudimento de R13					
Pó de corte ⁽⁶⁾ (g)	0,0021	<0,0020	<0,0010	0,000	0,0006 ⁽⁷⁾
Pó do solo ⁽⁶⁾ (g)	0,0250	<0,0250	<0,0200	0,0195	0,0176 ⁽⁷⁾
Pó volante ⁽⁶⁾ (g)	0,0001	<0,0005	<0,0003	0,0003	0,000 ⁽⁷⁾
(1) Esta taxa de estiragem do vidro consiste na manutenção da capacidade de produção equivalente em pés quadrados (conversão anexa) com a redução de densidade do produto.					
(2) Dados estimados.					
(3) Peso em gramas e Recuperação da espessura: ASTM C 167 – Métodos de testes padrão para					

espessura e densidade de isolamentos térmicos de tipo manta ou bloco de material fibroso

(4) Condutividade térmica: ASTM C 518 – Método de teste padrão para medições de fluxo de calor em estado sólido e Propriedades de transmissão térmica com o aparelho medidor de fluxo de calor e ASTM C 653 – Guia padrão para determinação da resistência térmica de isolamento de fibras minerais de tipo manta com baixa densidade.

(5) Resistência à ruptura: ASTM CSP686 – Método de teste padrão para avaliação da resistência à ruptura de bloco de material fibroso anti-fogo mineral e de Isolamento tipo manta (também, Método de *Certain Teed Test* T-502 de resistência à ruptura de mantas e blocos de material fibroso de isolamento mineral)

(6) Pó de corte, de solo e volante: Procedimento interno (Medições de pó utilizando uma máquina de sacudimento de pó tipo Gullfiber, fibras são contadas com um Microscópio óptico de contraste de fase ou Microscópio eletrônico de varredura. Utiliza-se um aspirador de pó com um fluxo de ar de 18 m³/h para recolher o pó de faca e de solo. As fibras são recolhidas em um filtro para fibras de vidro WHATMAN GF/A de 70 mm. Utiliza-se um filtro de 37 mm para pó volante. Todos os filtros são pesados antes e após a coleta. Utiliza-se uma faca de e 28 cm, com uma espessura máxima de amostra de 150 mm).

(7) Estes resultados foram obtidos com a fiandeira IS-4 a uma taxa de estiragem do vidro de 14 t/dia na mesma linha de produção.

Com o objetivo de manter o conteúdo de calor da fiandeira e das fibras durante a atenuação, é possível proporcionar um anel de corrente de indução de alta frequência 12 opcional imediatamente abaixo da fiandeira numa relação concêntrica com a mesma e apresentando um diâmetro interno um pouco maior

5 do que o da fiandeira de modo a evitar interferência com o fluxo descendente de fibras carregadas pelo sopro anular. É possível gerar um sopro auxiliar opcional por meio de uma coroa de sopro anular 64 disposta do lado exterior dos lábios da

tubeira de sopro 54 e 56 e conectada a uma fonte de gás pressurizado, como ar, vapor ou produtos de combustão. O eixo oco 2 inclui, de preferência, vários tubos

10 internos concêntricos fixos. O par mais interior destes tubos define uma passagem de arrefecimento anular através da qual se circula água de arrefecimento, enquanto que o par mais exterior define uma passagem anular através da qual é possível

passar uma mistura combustível e queimar a mesma para pré-aquecer o cesto 3 antes do início de operação da fiandeira. As fibras 41 geradas pela fiandeira e o

15 sopro gasoso passam em sentido descendente até uma câmara de recebimento ou coifa de recebimento 70 e são depositadas em forma de uma manta 71 sobre uma esteira transportadora foraminosa 72 como mostrado esquematicamente nas FIGS. 2 e 3. Uma caixa de sucção 74 opcional situada sob a esteira transportadora 72

retira um grande volume de gases que passam através da esteira transportadora de

20 uma maneira convencional. Como mostrado nas FIGS. 2 e 3, emprega-se de

maneira convencional uma pluralidade de estações de formação de fibras, cada uma apresentando uma fiandeira 20, para a produção da manta 71 e, na forma preferida da invenção encontram-se dispostas em uma linha ao longo do eixo longitudinal da esteira transportadora 72. O número de fiandeiras 20 que direciona 5 fibras sobre uma esteira transportadora em uma instalação industrial poderia consistir tipicamente de seis a dez fiandeiras ou mais.

Para a operação do dispositivo descrito, a centrífuga 1, incluindo o seu cesto 3, é pré-aquecida de uma maneira bem conhecida utilizando-se os gases de combustão que passam através do eixo 2, o calor do queimador 9 e o anel de corrente de indução 12 e fontes suplementares semelhantes, conforme necessário. 10 Com a fiandeira girando a uma velocidade predeterminada e o queimador 9 ajustado para proporcionar uma pressão na câmara de combustão que resulta numa velocidade de sopro suficiente para proporcionar a atenuação e a finura desejada para as fibras, o fluxo de vidro fundido é introduzido no eixo oco 2 da 15 fiandeira a partir de um forno precedente ou outra fonte de vidro fundido disposta acima do conjunto de fiandeiras. O fluxo de vidro fundido, ao atingir o cesto 3, flui ao longo do fundo do cesto sob a influência de força centrífuga e passa através dos orifícios do cesto 3 em forma de fluxos de vidro 6 que são direcionados para a porção superior da parede periférica 7 da fiandeira.

20 Sob a influência da força centrífuga mais intensa exercida na parede 7, o vidro passa através de uma multiplicidade de pequenos orifícios 14 e sai do lado exterior da parede periférica 7 na forma de uma multiplicidade de fluxos ou de pré-fibras 15 que, de preferência, são imediatamente submetidas ao efeito atenuador do sopro proveniente do queimador de combustão interno 9 25 direcionado através do exterior da parede. As pré-fibras 15 são mantidas numa condição atenuável mediante a temperatura elevada do sopro durante um tempo suficiente para efetuar a atenuação das mesmas. A finura das fibras atenuadas é regulada primariamente através do controle da velocidade do sopro que, por sua vez, é uma função da pressão do queimador. Esta invenção mostrou que

velocidade do sopro e pressão do queimador igual ou inferior resulta não só em fibras mais finas, porém em fibras mais finas que apresentam menos defeitos acentuadores de tensão. Verificou-se inesperadamente que estas técnicas foram realizadas na concretização preferida sem alteração significativa da taxa de ar de combustão e do fluxo de gás para o queimador 9, da composição do vidro, ou da natureza global do equipamento existente. Como um resultado, é possível utilizar fibras pequenas, substancialmente menores, em média, do que aquelas correntemente empregadas em blocos de material fibroso e mantas sem sacrificar a recuperação da espessura, ainda que a densidade ou o peso em gramas seja de pelo menos cerca de 15 % ou menor.

A quantidade de orifícios da fiandeira, seu tamanho e distribuição são fatores importantes nos métodos da concretização preferida desta invenção. Embora a velocidade da fiandeira (rpm) seja aumentada desejavelmente de cerca de 1.975 para cerca de 2.250 nos Exemplos A1 e A2 desta invenção, isto não demonstrou prolongar a vida da fiandeira, porém proporcionou fibras mais longas. Verificou-se que a formação de fibras de fibras de vidro pequenas, com diâmetros médios inferiores a 3,5 microns, pode ser muito melhorada mediante o aumento do total de orifícios de cerca de 23.000 para pelo menos cerca de 25.000 orifícios, de preferência para cerca de 25.000-40.000, e, o mais preferível, para pelo menos cerca de 30.000 orifícios, ao mesmo tempo em que se reduz o diâmetro médio dos orifícios de cerca de 0,86 mm para menos do que cerca de 0,8 mm, de preferência para cerca de 0,78 mm. Adicionalmente é desejável que todos os orifícios possuam uma dimensão máxima da seção transversal menor do que 1 mm. Estes parâmetros da fiandeira criam muito mais fluxos de vidro fundido, que são menores, para produzir fibras muito menores. Exemplos de especificações de produção correntes ("de controle") para o desempenho da fiandeira de bloco de material fibroso encontram-se descritos abaixo, na Tabela 3.

Tabela 3: Especificações adicionais para a fiandeira

Fiandeiras	Total de fileiras	Total de orifícios	Orifícios por fileira	Diâmetro	Diâmetro dos orifícios e forma das fileiras correspondentes de topo para fundo				Tamanho médio
					1 mm	0,9 mm	0,8 mm	0,7 mm	
Produção corrente (Controle)	23	23000	1000	600 mm	4	6	13		0,86 mm
Exemplo A1*	26	31846	1047 1178 1345	600 mm		6	8	12	0,78 mm
Exemplo A2	23	23000	1000	600 mm		5	13	5	0,80 mm

* O Exemplo A1 utilizou a fiandeira descrita mais detalhadamente na Tabela 4.

O fluxo de fibras atenuadas para a câmara de recebimento ou a coifa de recebimento 70, como mostrado nas FIGS. 2 e 3, é acompanhado pela indução de quantidades substanciais de ar. Embora o ar induzido tenda inicialmente a restringir a expansão do véu de fibras que fluem da fiandeira, a rápida desaceleração das fibras no interior da câmara de recebimento produz uma expansão substancial do véu de fibras e proporciona uma distribuição relativamente uniforme das fibras no produto e por toda a largura da esteira transportadora. Embora usualmente se aplique um spray de ligante, como uma resina fenólica, nas fibras atenuadas no topo da câmara de recebimento, de uma maneira convencional, o dispositivo para aplicar o ligante foi omitido nas FIGS. 2 e 3.

Exemplos Comparativos A1 e A2 foram realizados envolvendo blocos de material fibroso de isolamento preparadas de acordo com as condições de formação de fibras da Tabela 2, e com as especificações para a fiandeira da Tabela 3. Embora se encontrem disponíveis especificações da norma ASTM para medições de “Peso em Gramas” e de Recuperação da Espessura, de Condutividade Térmica e de Resistência à ruptura, não foram encontradas especificações semelhantes relativamente ao Pó de Corte, Pó de Solo, e Pó Volante, de modo que estas medições foram realizadas por meio de procedimentos internos da planta empregando uma máquina de sacudimento de pó Gullfiber.

Observou-se, adicionalmente, que o “Peso em Gramas” de

produtos R-13 com formas idênticas preparados com fibras de vidro convencionais com diâmetros de 3,9 microns e o daqueles preparados com fibras com diâmetro médio de 2,9 microns (Exemplo A1) e com fibras com diâmetro médio de 2,1 microns (Exemplo A2) apresentaram reduções substanciais no valor de densidade, ou seja, o “Peso em Gramas” foi reduzido de cerca de 1119 g/m² (104 g/ft²) para 958 g/m² (89 g/ft²), para o exemplo A1, e para 871 g/m (81 g/ft²), no caso do exemplo A2. Esta redução do peso em gramas representa uma economia potencial significativa de custos de material.

Em uma concretização preferida desta invenção, o processo de formação de fibras utiliza uma distribuição modificada dos orifícios sobre a cinta 7 da centrífuga. Uma adaptação significativa realizada no contexto deste objeto da invenção é ilustrada na figura 4.

A Figura 4 representa uma vista frontal parcial da cinta 7 da centrífuga 1, em que os orifícios 14 perfurados na referida cinta se encontram sombreados.

Nesta figura, ilustram-se as duas zonas anulares superpostas ZA1 e ZA2, sendo que ZA2 se encontra abaixo de ZA1 quando o dispositivo é observado na posição de formação de fibras. No caso ilustrado, cada uma destas zonas anulares inclui três fileiras circulares de orifícios 14. Na zona anular ZA1, as fileiras apresentam um afastamento P1, os orifícios apresentam um diâmetro d1, a distância D1 separa os centros dos orifícios mais próximos 14, a distância entre as bordas mais próximas de orifícios adjacentes é DB1, e o número de orifícios por unidade de área superficial é NS1 na zona ZA1. Na zona anular ZA2, estes parâmetros são respectivamente: P2, d2, D2, DB2, e NS2.

O afastamento entre ZA1 e ZA2 é denominado P1/2.

Observe-se que, por um lado, d2 é menor do que d1, e que P2 e D2 são, respectivamente, menores do que P1 e D1. Como um resultado, NS2 é muito maior do que NS1.

Esta representação não é, de forma alguma, restritiva e uma cinta 7 de uma centrífuga 1 pode conter mais do que duas zonas anulares, sendo que cada uma das referidas zonas contém pelo menos uma série de orifícios 14.

5 Com o objetivo de ilustrar o valor da centrífuga de acordo com a invenção realizou-se testes comparativos com, de um lado, uma centrífuga convencional, e, de outro lado, uma centrífuga de acordo com a invenção. As características das duas centrífugas foram selecionadas de modo a apresentarem o mesmo diâmetro médio, DM, e a mesma área de superfície da cinta, e uma altura idêntica da cinta perfurada, encontram-se representadas na Tabela 4. Cada 10 uma destas centrífugas inclui três zonas anulares, sendo que cada uma consiste de diversas fileiras de orifícios com diâmetro e espaçamento constantes em uma fileira.

Tabela 4: Projeto de centrífuga do Exemplo B

	Centrífuga convencional de controle	Centrífuga de acordo com Exemplo B da invenção
Diâmetro (mm)	600	600
Altura da cinta perfurada (mm)	34,25	34,25
Número de zonas anulares (ZA)	3	3
Primeira zona anular ZA1		
- número de fileiras	4	6
- diâmetro d1	1,0	0,9
- distância D1	1,7	1,8
- distância entre borda DB1	0,7	0,9
- afastamento P1	1,49	1,56
- número de orifícios por fileira NO1	1100	1047
- orifícios/área de superfície NS1	0,39	0,36
- afastamento P1/2	1,49	1,75
Segunda zona anular ZA2		
- número de fileiras	7	8
- diâmetro d2	0,9	0,8
- distância D2	1,7	1,6
- distância entre borda DB2	0,8	0,8
- afastamento P2	1,49	1,39
- número de orifícios por fileira NO2	1100	1178
- orifícios/área de superfície NS2	0,39	0,45
- afastamento P2/3	1,49	1,55
Terceira zona anular ZA3		
- número de fileiras	13	12
- diâmetro d3	0,8	0,7
- distância D3	1,7	1,4

- distância entre borda DB3	0,9	0,7
- afastamento P3	1,49	1,22
- número de orifícios por fileira NO3	1100	1345
- orifícios/área de superfície NS3	0,39	0,58

O número de orifícios por fileira é indicado como NO, e o número de orifícios por unidade de área superficial, NS, é expresso aqui como o número de orifícios por mm^2 , em que $NS = NO/(\pi.D.P)$

5 Observe-se que o número de orifícios por unidade de área superficial é constante para a centrífuga convencional. No caso da centrífuga de acordo com a invenção, ele varia de acordo com a zona anular, e seu número, NS, é menor do que o da centrífuga convencional para a zona anular mais elevada, ZA1, e, também, maior do que o da centrífuga convencional para as outras zonas anulares, ZA2 e ZA3. Observe-se que, para a centrífuga de acordo com a
10 invenção, o número de orifícios por unidade de área superficial aumenta com a zona, do topo para o fundo da centrífuga, por cerca de 25 a 30 % de uma zona para outra.

As duas centrífugas foram manufaturadas com a mesma liga, conhecida pela referência SG30, produzida em particular pela companhia
15 SEVA. A centrífuga convencional foi perfurada utilizando-se a técnica de eletro-erosão descrita acima, enquanto que os orifícios da centrífuga de acordo com a invenção foram perfurados utilizando-se bombardeio de elétrons. Também se pode considerar perfuração com laser.

20 Foram manufaturados produtos com cada uma das centrífugas em condições equivalentes de estiragem.

Os tipos de produtos manufaturados, as condições de formação de fibras e as propriedades mecânicas medidas nos produtos obtidos por este Exemplo se encontram descritas na Tabela 5, abaixo;

Tabela 5: Propriedades de produto do Exemplo B

	Centrífuga convencional de controle	Centrífuga de acordo com o Exemplo A da invenção
Tipo de produto:		
Espessura nominal (mm)	80	80

Densidade (kg/m ³)	9,5	9,5
Micronaire (l/mm, 5g)	13,4	13,5
λ (mW/mK)	41,6	41,2
Condições de formação de fibras		
Estiragem (t/d)	23	23
Queimador	tangencial	tangencial
Cesto	padrão	padrão
Pressão do queimador (N/m ²) (mm CE)	6599 (668)	5552 (562)
Saída de ar (Nm ³ /h)	1953	1743
Saída de gás (Nm ³ /h)	120	111
Propriedades mecânicas do produto		
Recuperação da espessura após doze dias	126	131
Recuperação da espessura após um mês	116	126
Resistência à tração após manufatura N/g (gf/g)	1,80 (180)	2,20 (220)
Resistência à tração após 15 minutos de autoclave (N/g) (gf/g)	1,26 (126)	1,50 (150)

As propriedades medidas nos produtos do mesmo tipo com cada centrífuga também são comparados na Tabela 5.

A recuperação da espessura é definida como a relação (em %) entre a espessura após teste de compressão e a espessura nominal. É preciso observar que a espessura do produto manufaturado antes do teste de compressão é maior do que a espessura nominal. No caso dos testes indicados, a espessura do produto manufaturado é de 144 mm para uma espessura nominal de 80 mm.

Da Tabela 5 é possível deduzir que a espessura da esteira de fibras aliviada da carga após 12 dias de teste de compressão é de cerca de 90% da espessura original (espessura de manufatura) da esteira de fibras com a centrífuga de acordo com a invenção, e de cerca de 80% da espessura inicial com uma centrífuga convencional.

Para se conduzir o teste de compressão indicado acima, prepara-se painéis de esteira de fibras após a manufatura e estes são submetidos a carga de modo a se obter um taxa de compressão de 8/1, isto é no caso indicado uma espessura comprimida de cerca de 18 mm. Após o tempo de compressão especificado (12 dias, 1 mês), os painéis foram aliviados da carga (testa-se 4 painéis para cada período de compressão) e determina-se a espessura média após o teste de compressão.

Determina-se a resistência à tração com base num corpo de prova em forma de um anel cortado com um vazador em uma esteira de produto fibroso. A "resistência à tração" é expressa como o limite da força de estiramento (força de ruptura do anel rasgado por dois mandris circulares e paralelos com raio de 12,5 mm, com uma velocidade de carga de 300 mm/min) em relação com a massa do corpo de prova, e é expressa em gf/g.

O corpo de prova, carregado no início do teste, consiste de uma anel toroidal substancialmente elíptico com eixos longo e curto de 122 x 76 mm, e com 26 mm de espessura, sendo que 15 amostras são testadas por produto. Este teste refere-se às normas BIFT 5012-76 e ASTM C 681-76.

A resistência à tração é medida no produto após a manufatura e, com o objetivo de avaliar a capacidade do produto ao envelhecimento, após um teste em autoclave. A duração do teste em autoclave é de 15 minutos, a uma temperatura de 107°C, uma pressão de 0,8 bar e umidade de 100 %.

Considerando a Tabela 5 é possível observar que, para um produto do mesmo tipo, obtém-se propriedades mecânicas nitidamente aperfeiçoadas com o dispositivo de acordo com Exemplo A, em comparação com o dispersão convencional, e ao mesmo tempo reduz-se significativamente a energia necessária para produzir as fibras.

Efetivamente, a pressão do queimador é menor, cerca de 20 % menos com a centrífuga de acordo com Exemplo A, em comparação com os resultados obtidos com a centrífuga convencional. Ao mesmo tempo, as saídas de fluido, de ar e de gás são relativamente menores em cerca de 10 %. Desta forma, o rendimento de energia do processo é aumentado de maneira muito vantajosa com a centrífuga de acordo com este Exemplo.

O aperfeiçoamento das propriedades mecânicas refere-se à recuperação da espessura, que é cerca de 10 % maior com a centrífuga de acordo com a invenção, em comparação com produtos obtidos com uma centrífuga convencional, e também à resistência à tração, que é melhorada em cerca de 20 %.

Adicionalmente a estes resultados notáveis, observou-se, de maneira inesperada, que o aumento do número de orifícios da centrífuga não exerce um efeito negativo sobre a duração da vida da centrífuga, quando esta última é preparada de acordo com as instruções deste Exemplo.

5 Nas condições de formação de fibras definidas na Tabela 5, a duração da vida da centrífuga de acordo com a invenção foi de cerca de 370 horas, e a da centrífuga convencional foi de cerca de 300 horas.

Da mesma forma, observa-se que a qualidade dos produtos não varia significativamente com o tempo de utilização no processo de formação de
10 fibras de uma centrífuga, embora se tenha receado que o aumento do número de orifícios por unidade de área superficial pudesse levar ao envelhecimento acelerado da centrífuga, seguido de uma rápida deterioração das propriedades do produto durante a formação de fibras com a mesma centrífuga.

Observa-se que a configuração descrita para a centrífuga de
15 acordo com este Exemplo na Tabela 4 é especialmente vantajosa de um ponto de vista geométrico. Efetivamente, ao aumentar o número de orifícios na centrífuga, os inventores foram capazes de definir uma configuração geométrica onde o espaço entre as bordas dos orifícios, DB1, é incrementado com relação aquele da centrífuga convencional na zona anular, ZA1, onde os orifícios apresentam o
20 maior diâmetro, D1, e onde corrosão e erosão são mais ativas. Na zona anular média, ZA2, o espaço entre bordas de orifícios, DB2, é idêntico em ambas as configurações, e, na zona anular ZA3 com o menor diâmetro, D3, a configuração selecionada permite diminuir a distância entre bordas de orifícios, DB3, que não é prejudicial porque corrosão e erosão não são tão grandes ali.

25 Assim, de maneira muito vantajosa, as propriedades mecânicas da centrífuga são preservadas, e sua duração de vida pode ser conservada ou incrementada em comparação com uma centrífuga convencional, enquanto se aumenta consideravelmente o número de orifícios.

As vantagens gerais da invenção também podem ser ilustradas

com as estimativas do Desempenho Térmico (para uma densidade fixa) ou da densidade para variação de valor R fixo com fibras de diâmetro médio.

A comparação de pesos em gramas entre o produto de bloco de material fibroso de alto desempenho (*High Performance Batt*, ou "HPB") e o produto comercial de isolamento de construções [BI: *building insulation*] ("BI corrente" ou "de controle") pode ser estimada, como a seguir, para alguns dos produtos mais populares de classe R (resistência térmica ou "classe R", conforme medido na espessura do produto) (in)/condutividade térmica (144,23 mW/m.K equivalente a 1 BTU·in/ft·h·°F), por exemplo, A1 e A2. Resultados referentes ao isolamento com blocos de material fibroso para construções correntemente produzidos ("BI corrente"), e com produtos de isolamento em bloco de material fibroso de alto desempenho ("HPB" [*high performance batt*]) são fornecidos nas FIGS. 6 e 7. No caso de uma densidade fixa de produto, uma diminuição do diâmetro médio da fibra de vidro pode proporcionar um aumento do valor R. A Figura 6 mostra a variação estimada do desempenho de isolamento térmico (variação dos valores R, em %) calculado para a mesma densidade, como a função do diâmetro médio da fibra de vidro (em micrômetros). A faixa "BI corrente" representa a situação atual para a produção de isolamento em bloco de material fibroso *CertainTeed* no mercado. A faixa "HPB" ilustra o aumento de desempenho estimado de resistência térmica proporcionado por esta invenção. De maneira bastante semelhante à FIG. 6, a FIG. 7 mostra a variação estimada de densidade (em %) para um valor R fixo, como a função do diâmetro médio da fibra de vidro (em micrômetros): para um valor R fixo, o peso em gramas do produto ou a densidade podem ser reduzidos quando se diminui o diâmetro médio da fibra de vidro. Com produtos em bloco de material fibroso produzidos de acordo com esta invenção, fibras de vidro menores resultam em menor peso em gramas do produto para um desempenho de isolamento melhorado. As curvas das FIGS. 6 e 7 seguem, de uma maneira geral, o padrão de pontos de dados estimados proporcionados na Tabela 6.

Tabela 6: Comparação de pesos em gramas dos blocos de material fibroso

Classificação do produto BI	Peso em gramas de HPB g/m^2 (g/ft^2)	Peso em gramas de BI corrente g/m^2 (g/ft^2)	Redução do peso em grama
R-11	549 (51)	764 (71)	28%
R-13	872 (81)	1152 (107)	24%
R-15	1.496 (139)	1.960 (182)	24%
R-19	915 (85)	1.271 (118)	28%
R-30	1.411 (131)	1.927 (179)	27%

Os parâmetros de processo para os exemplos A1 e A2 produziram blocos de material fibroso que eram muito macios ao toque e que apresentavam textura semelhante à de bolinhas de algodão, provocando virtualmente pouca coceira quando em contato com a pele. Ambos produziram elevados valores de resistência térmica, similares aos da produção comercial corrente de fibras com diâmetros médios de 3,9 microns, proporcionando resultados de teste que apresentam o mesmo valor R com um peso em gramas ou com uma redução de densidade de pelo menos 12%, e, de preferência, de cerca de 15 a 28%. Os produtos de isolamento dos Exemplos A1 e A2 também foram comparáveis ou melhores no que se refere à recuperação da espessura, conforme a norma ASTM C 167, do que o isolamento em bloco de material fibroso da produção convencional. Isto é importante porque produtos em bloco de material fibroso e em rolo com densidades menores do que 40 kg/m^3 ($2,5 \text{ lb/ft}^3$), frequentemente, são altamente comprimidos a um espessura muito menor do que a sua espessura nominal, a pelo menos cerca de 1/2, e, de preferência, de cerca de 1/7 a 1/12, de sua espessura nominal, por exemplo, quando empacotados com o objetivo de reduzir os custos de armazenamento e de frete. Os produtos precisam recuperar sua espessura nominal no local do serviço após a abertura da embalagem. Embora anteriormente se acreditasse que reduções no diâmetro das fibras em produtos em bloco de material fibroso e em rolo poderiam melhorar as propriedades de isolamento térmico e acústico destes produtos, isto raramente foi tentado na prática, porque isolamentos constituídos de fibras com diâmetro médio reduzido

falharam tipicamente em retornar à sua espessura nominal após compressão. Como refletido nos Exemplos A1 e A2 desta invenção, obteve-se recuperação plena da espessura para ambos os produtos, embora o peso em gramas dos produtos tivesse sido drasticamente reduzido com a diminuição do diâmetro médio das fibras.

5 Considerando o que foi apresentado acima, pode-se perceber que esta invenção proporciona produtos de isolamento aperfeiçoados constituídos de fibras de vidro finas apresentando menos defeitos. Estes produtos são menos caros de produzir e recuperam sua espessura plena após compressão, ao mesmo tempo
10 que também proporcionam a mesma classificação R que outros produtos de isolamento em fibras de vidro com diâmetros médios maiores, e com maior densidade. As técnicas de processamento desta invenção são capazes de produzir fibras pequenas com diâmetros médios inferiores a cerca de 3,5 microns e apresentando menos defeitos acentuadores de tensão devido a uma combinação de
15 uma fiandeira com mais e menores orifícios e/ou uma velocidade de sopro mais delicada. Embora se tenha ilustrado aqui diversas concretizações, isto se deu com a finalidade de descrever e não de limitar a invenção. Por exemplo, as fibras de alta resistência produzidas pelos processos reivindicados desta invenção poderiam ser úteis na produção de reforço composto, isolamento de enchimento solto,
20 materiais têxteis tecidos e não-tecidos, e também podem ser aplicados a composições de resina plástica para aperfeiçoar o desempenho da fibra. Alguém versado na arte perceberá diversas outras modificações, sendo que estas encontram-se abrangidas pelo escopo desta invenção conforme descrita nas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para preparar um produto de isolamento em fibra de vidro, compreendendo as etapas de:

(a) proporcionar pelo menos um material de vidro;

5 (b) fundir o material de vidro;

(c) alimentar o material de vidro fundido numa fiandeira (centrífuga) (1), tendo uma pluralidade de orifícios de fiandeira (14);

10 (d) centrifugar o material de vidro fundido através da pluralidade de orifícios de fiandeira (14) para formar um multiplicidade de fluxos de vidro (15); e,

(e) atenuar os fluxos de vidro (15) com uma corrente de gás adjacente ao exterior da fiandeira (1) para formar fibras de vidro (10), tendo um diâmetro médio de no máximo 3,5 microns, sendo que a corrente de gás é dotada com um queimador (9), tendo uma pressão do queimador na faixa de 2490-6230 N/m², de preferência inferior a 5730 N/m², o queimador apresentando um par de porções de lábios de queimador (54, 56) separados por uma largura de pelo menos 8 mm, e de preferência entre 8,1 e 8,5 mm,

caracterizado pelo fato de compreender ainda:

20 (f) combinar as fibras (10) juntamente com um aglutinante resinoso para formar um produto de isolamento apresentando uma resistência à ruptura, de acordo com a norma ASTM C 686, de pelo menos 1 N/g , e apresentando uma recuperação de sua espessura nominal após compressão,

25 sendo que a fiandeira (centrífuga) (1) das etapas (c) e (d) apresenta uma cinta periférica, que é perfurada com orifícios (14) distribuídos numa pluralidade de zonas anulares (ZA) dispostas umas sobre as outras com a centrífuga em posição de centrifugação, e que inclui pelo menos duas zonas anulares (ZA1, ZA2), cujo número de orifícios por unidade de área superficial (NS1, NS2) difere por um valor maior ou igual a 5%, sendo que a zona anular contendo o maior número de orifícios por unidade de área superficial se localiza abaixo da outra zona anular, assumindo

que a centrífuga se encontra em posição de centrifugação, sendo que a distância (D) entre os centros dos orifícios vizinhos mais próximos de uma única zona anular é constante sobre toda uma única zona anular e esta distância (D) varia de uma zona para outra em pelo menos 3%, e diminui desde o topo até o fundo, assumindo que a centrífuga se encontra em posição de formação de fibras.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o número de orifícios por unidade de área superficial (NS1, NS2) de pelo menos duas zonas anulares (ZA1, ZA2) difere por um valor maior ou igual a 10%.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o número de orifícios por unidade de área superficial (NS1, NS2) de pelo menos duas zonas anulares (ZA1, ZA2) difere por um valor maior ou igual a 20%.

4. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o queimador da etapa de atenuação (e) emprega uma vazão de ar na faixa de 1415,8 a 2831,6 m³/h.

5. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o queimador da etapa de atenuação (e) emprega uma vazão de gás na faixa de 84,9 a 169,9 m³/h.

6. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que a zona anular da fiandeira (1) contendo o maior número de orifícios por unidade de área superficial está localizada abaixo de outra zona anular da fiandeira (1) contendo um número médio menor de orifícios por unidade de área superficial.

7. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que os orifícios (14) de cada zona anular da fiandeira (1) se encontram agrupados em fileiras, com um diâmetro dos orifícios (d) constantes em cada zona anular e diminuindo de uma zona anular para outra, desde o topo até o fundo da cinta periférica da centrífuga (7).

8. Método de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que as fileiras precedentes se encontram espaçadas umas das outras por uma distância entre 1 e 2 mm, em particular entre 1,2 e 1,8 mm, de preferência com um afastamento de uma fileira para a fileira seguinte entre 1 e 2 mm, e em particular entre 1,2 e 1,6 mm.

9. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que o diâmetro (d) de pelo menos uma parte dos orifícios (14) da centrífuga fiandeira (1) é de, no máximo, 1,5 ou 1,2 mm, em particular entre 1,1 e 0,5 mm, e preferencialmente entre 0,9 e 0,7 mm.

10. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que a distância (D) entre os centros dos orifícios adjacentes mais próximos da mesma zona anular (ZA) da fiandeira (1) é constante sobre uma zona anular inteira, e sendo que esta distância (D) varia de uma zona para outra em pelo menos 3%, ou mesmo em pelo menos 5%, e até mesmo 10% ou mais, e decresce do topo até o fundo, particularmente com uma distância D entre 0,8 e 3 mm, e em particular entre 1 e 2 mm, e até mesmo entre 1,4 e 1,8 mm.

11. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que a centrífuga (1) apresenta um diâmetro médio (DM) menor ou igual a 800 mm, em particular de pelo menos 200 mm.

12. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que o jato gasoso de estiragem a alta temperatura da etapa (e) é produzido por um queimador anular (9).

13. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o queimador anular (9) é um queimador tangencial que inclui um mecanismo para proporcionar ao jato gasoso de estiragem um componente tangencial relativamente à borda horizontal externa da centrífuga.

14. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 ou 13, caracterizado pelo fato de que a pressão no interior do queimador anular (9) é menor do que 5730 N/m^2 .

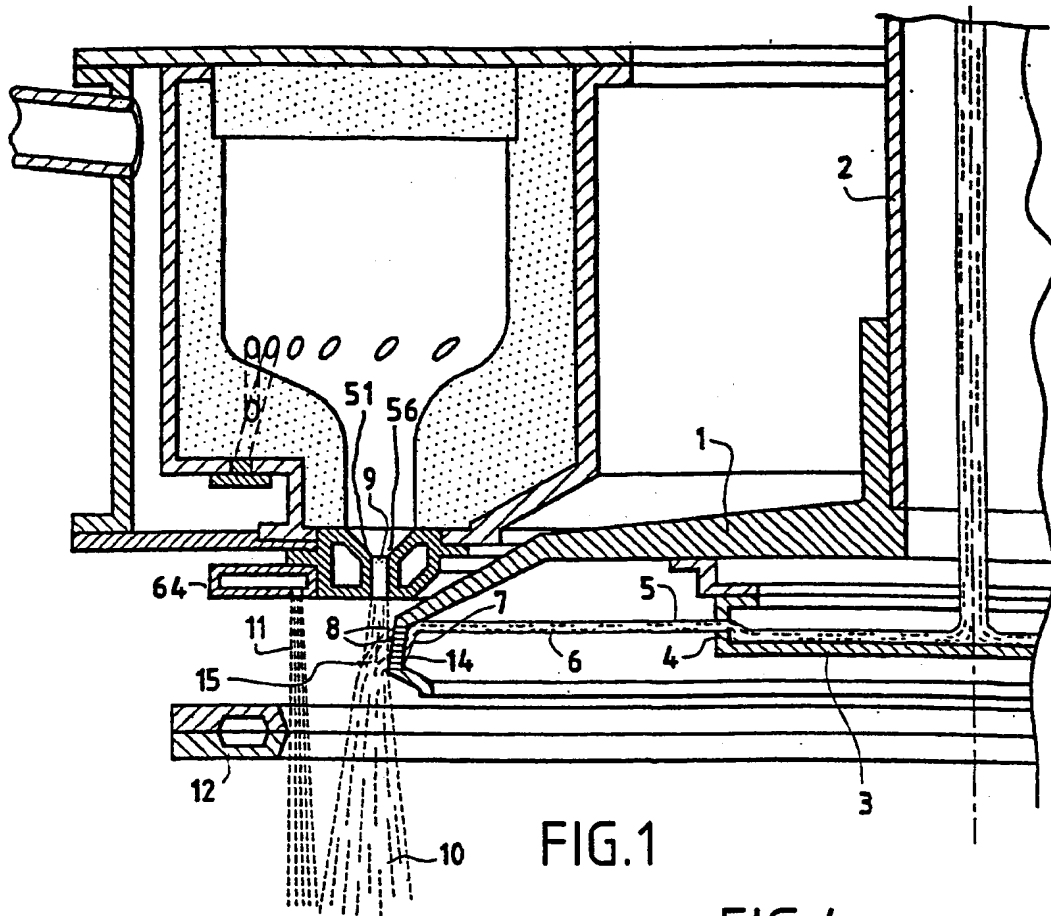


FIG. 1

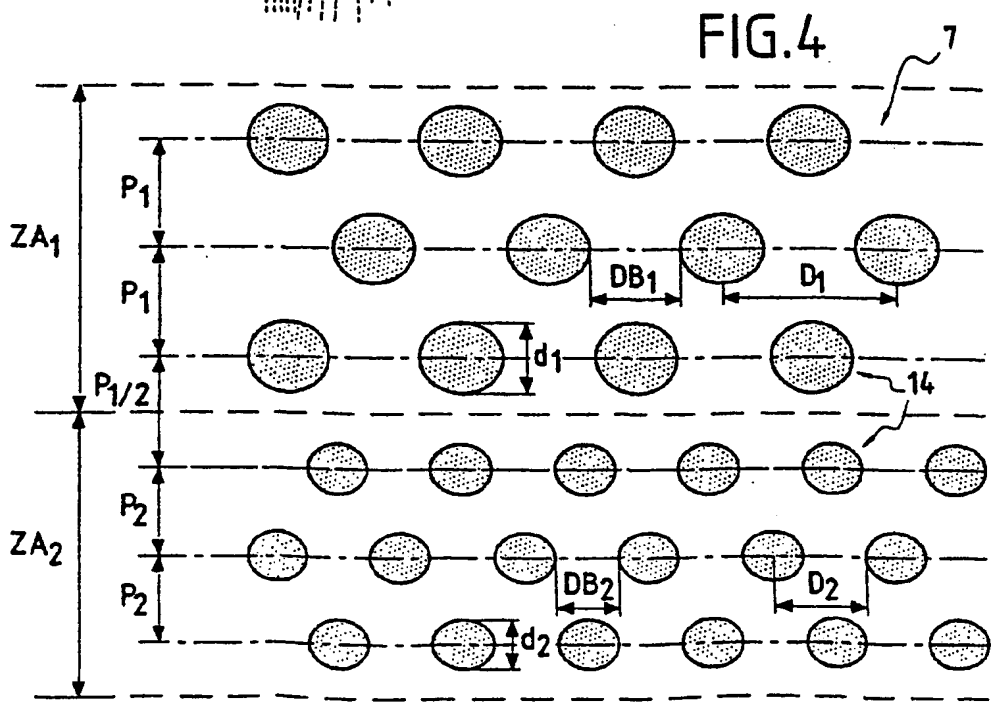


FIG. 4

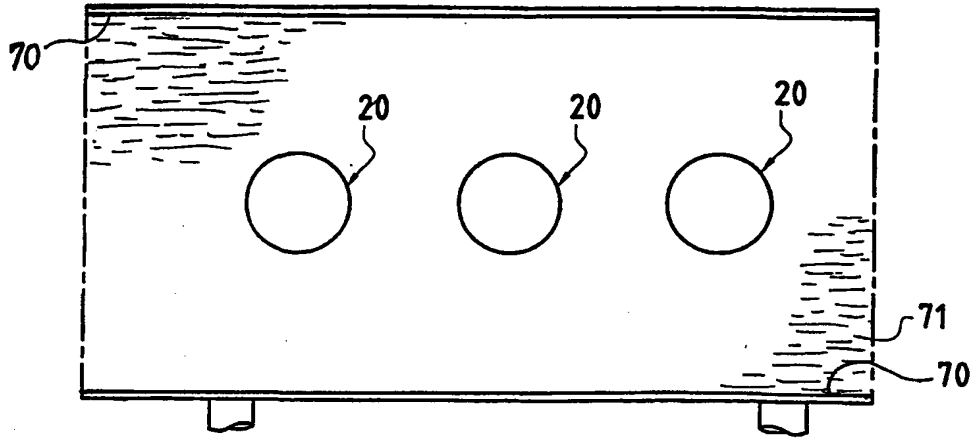


FIG. 2

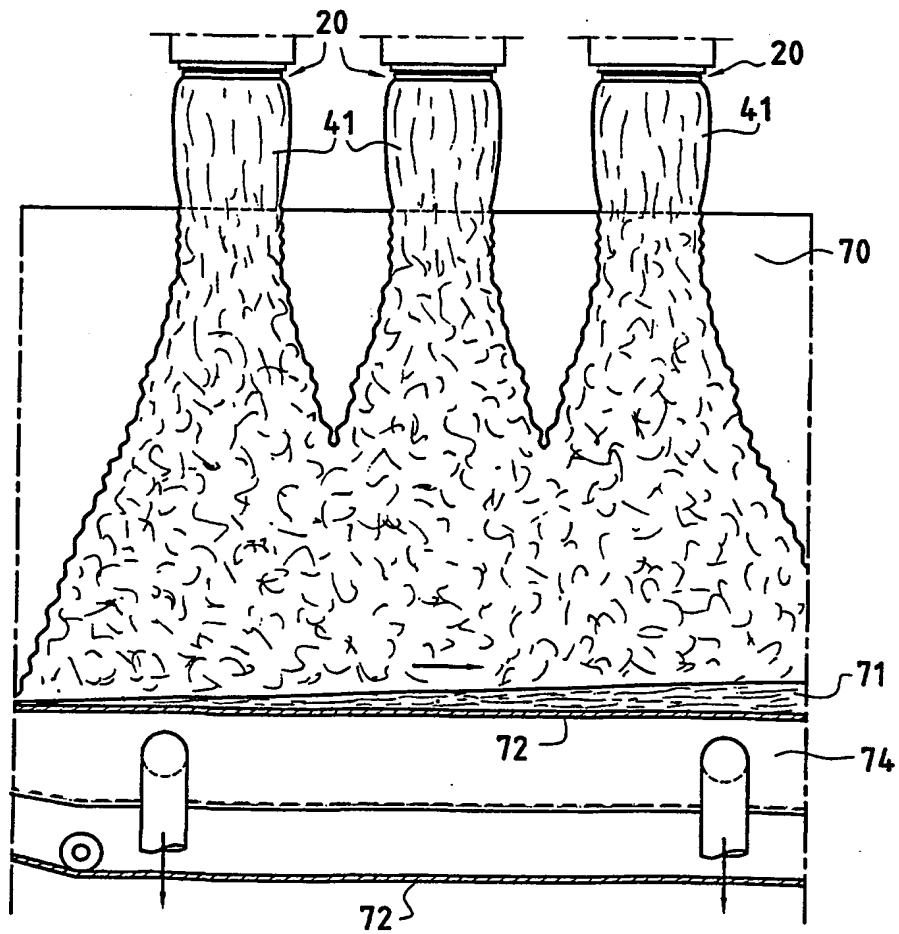


FIG. 3

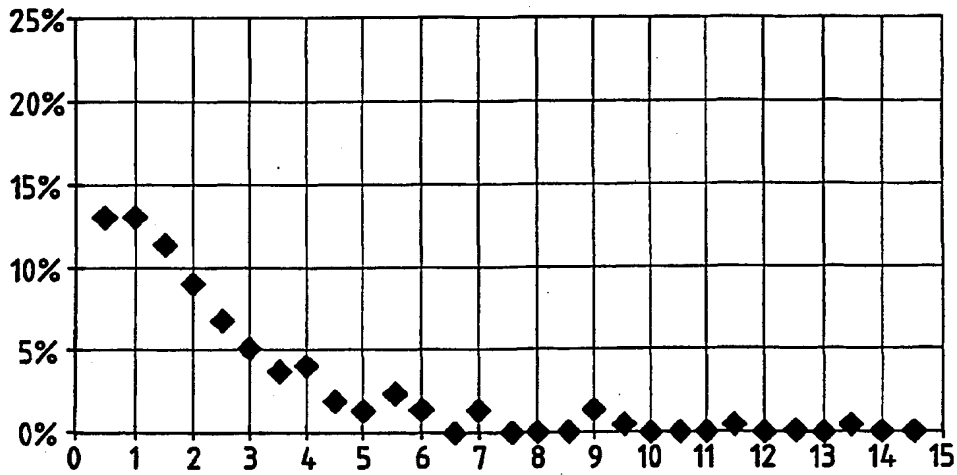


FIG.5

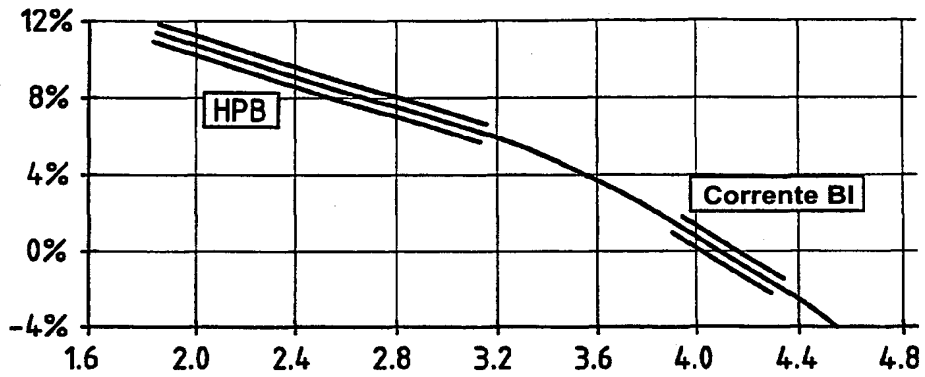


FIG.6

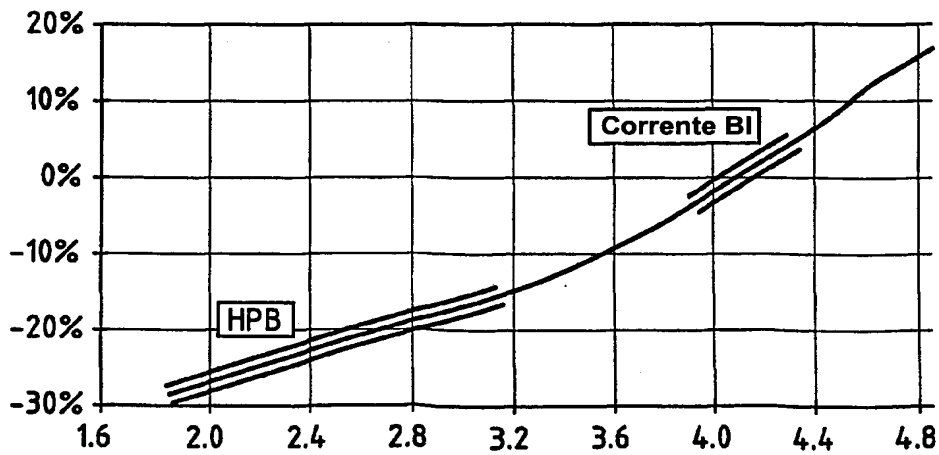


FIG.7

RESUMO“MÉTODO PARA PREPARAR UM PRODUTO DE ISOLAMENTO EM FIBRA DE VIDRO”

Proporcionam-se produtos de isolamento com fibras de vidro, e métodos para manufaturar fibras de vidro com pequeno diâmetro apresentando menos defeitos acentuadores de tensão. Os produtos de isolamento desta invenção podem proporcionar a mesma resistência térmica ou valor R com reduções na densidade da fibra de pelo menos cerca de 20 % ou mais, ao mesmo tempo em que se obtém recuperação aceitável da espessura nominal após compressão. Os métodos proporcionados por esta invenção podem produzir fibras de vidro com diâmetros finos com menos defeitos através de uma combinação de menores velocidades de gás de atenuação e do uso de centrífugas apresentando mais e menores orifícios. Um método preferido da invenção utiliza um dispositivo para centrifugação interna de fibras minerais incluindo uma fiandeira equipada com uma cinta periférica perfurada com orifícios distribuídos numa pluralidade de zonas anulares (ZA) dispostas umas sobre as outras, assumindo que a centrífuga encontra-se em posição de centrifugação. De acordo com esta invenção, o dispositivo também inclui pelo menos duas zonas anulares (ZA1, ZA2) cujos números de orifícios por unidade de área de superfície (NS1, NS2) diferem por um valor maior ou igual a 5 %, em particular maior ou igual a 10 %, e até mesmo de 20 %.