

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

(21) **PI 0721233-0 A2**

(22) Data de Depósito: 25/01/2007
(43) Data da Publicação: 02/01/2013
(RPI 2191)



(51) *Int.Cl.:*
D04H 13/00
D04H 1/64
E04B 1/78

(54) **Título:** PRODUTO ISOLANTE DE FIBRA MINERAL SEM FORMALDEÍDO

(73) **Titular(es):** Knauf Insulation Limited

(72) **Inventor(es):** George Baybutt, Roger Jackson, Tony Aindow

(74) **Procurador(es):** Flávia Salim Lopes

(86) **Pedido Internacional:** PCT EP2007050750 de
25/01/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/089851 de
31/07/2008

(57) **Resumo:** PRODUTO ISOLANTE DE FIBRA MINERAL SEM FORMALDEÍDO Um material de fibra mineral acondicionada tem: uma espessura recuperada de pelo menos 95% da espessura nominal; e b) uma força de partição normal de pelo menos 95 g/g; e c) uma Força de Compressão Desgastada de pelo menos 75 g/g, o material compreendendo fibras minerais e um ligante orgânico sem formaldeído em uma quantidade menor do que 15% em peso, preferivelmente menor do que 10% em peso, o referido ligante sendo aplicado às fibras do material isolante na forma líquida em um pH maior do que 5.

PRODUTO ISOLANTE DE FIBRA MINERAL SEM FORMALDEÍDO

Essa invenção se refere a um produto isolante de fibra mineral com pouco ligante de formaldeído ou de formaldeído livre.

5 Ligantes padrões de indústria usados para isolamento de fibra, por exemplo, lã de vidro e lã de pedra são à base de fenol formaldeído. Enquanto tais ligantes podem fornecer propriedades adequadas aos produtos isolantes, há algum tempo ocorre um desejo por remover do uso o fenol
10 formaldeído, particularmente devido às considerações ambientais.

Sistemas ligantes baseados em poliéster tradicionais foram anteriormente propostos, porém não foram bem aceitos na indústria isolante, particularmente porque a sua força
15 para unir as fibras minerais, especialmente quando expostas à umidade ou desgaste, foi percebida como sendo insuficiente.

Até o momento, somente um sistema ligante de isolamento mineral baseado em formaldeído foi usado em
20 escala industrial em isolamento de lã de vidro; este é à base de ácido poliacrílico e é fornecido por Rohm & Haas. Infelizmente, quanto maior a natureza ácida desses tipos de ligantes mais eles podem causar corrosão excessiva de plantas de produção, a não ser que um investimento
25 significativo seja feito em equipamentos resistentes a ácido. A Patente Americana 5.977.232 revela um ligante livre de formaldeído para o isolamento de lã de vidro baseando-se no ácido policarboxílico. O Pedido de Patente Européia EP1698598A revela o uso de um medidor de corrosão
30 para tentar mitigar os problemas associados com resinas

ligantes de fibra de vidro à base de ácido policarboxílico. Além disso, enquanto a força desses ligantes é aceitável para algumas aplicações, ela não é tão boa quanto os ligantes à base de fenol formaldeído comumente usados.

5 Não tem sido considerado possível fornecer um sistema ligante livre de formaldeído útil em escala industrial que venha a conferir características requeridas, incluindo força aos produtos isolantes de lã mineral sem encontrar as dificuldades associadas com os sistemas ligantes líquidos
10 altamente ácidos.

De acordo com um aspecto, a presente invenção fornece um material isolante de fibra mineral acondicionado, conforme definido na Reivindicação 1. Outros aspectos são definidos em outras reivindicações independentes.
15 Características preferidas e/ou alternativas são definidas nas reivindicações dependentes.

Conforme aqui utilizado, o termo formaldeído livre significa que a composição é substancialmente livre de formaldeído, preferivelmente não libera formaldeído
20 substancial como resultado da secagem ou cura e/ou preferivelmente compreende menos de uma parte por milhão em peso de formaldeído.

Características desejáveis a serem conferidas pelo ligante em alguns produtos isolantes de lã mineral põem ser
25 avaliadas pela medição da Espessura Recuperada e/ou da Força Partição Normal, e/ou da Força de Partição Desgastada. Os procedimentos para medir essas características estão estabelecidos abaixo. Este é particularmente o caso para produtos isolantes de baixa e
30 média densidade, por exemplo, com uma densidade na faixa de

5 a 40 Kg/m³, por exemplo, isolamento de cilindro e/ou isolamento térmico de lã de vidro para sótãos e/ou paredes de caixa de ar.

Características desejáveis para alguns produtos de
5 isolamento de lã mineral podem ser avaliadas pela medição da Força de Compressão Normal e/ou Força de Compressão de Desgaste. Os procedimentos para medir essas características são estabelecidos abaixo. Isto se aplica particularmente para produtos isolantes de densidade mais alta, por
10 exemplo, pranchas isolantes ou materiais adaptados para uso como: uma barreira de fogo; uma proteção de fogo; revestimento para proteção de construções; uma telha de teto; uma prancha de telhado; isolamento térmico para máquinas em elevadas temperaturas, por exemplo, geradores,
15 fornos e plantas industriais. Tais produtos podem ser feitos de lã de rocha.

O pH do ligante quando aplicado pode ser substancialmente neutro ou alcalino; isto pode facilitar o manuseio e evitar corrosão e/ou problemas ambientais
20 significativos. Seu pH quando aplicado pode ser: maior do que ou igual a 7 e/ou menor do que ou igual a 10; entre 7 e 10; entre 8 e 10.

Um importante aspecto da invenção é o pH do ligante na forma líquida quando aplicado às fibras, como é a forma na
25 qual o ligante terá contato significativo com o equipamento de produção conforme recentemente preparado e em um sistema de água de lavagem. O ligante pode alterar o seu pH conforme é curado; ele pode se tornar mais ácido conforme é curado. Entretanto, uma vez curado, o ligante tem menos
30 contato com o equipamento de produção. Além disso, onde o

ligante curado é substancialmente insolúvel em água, o qual é preferivelmente o caso, existe pouco risco de contaminação ácida a partir do ligante curado.

É surpreendente que os ligantes desse tipo a 15% ou menos em peso possam conferir as características desejadas do produto isolante. Essa quantidade de ligante é comparável com os conteúdos dos ligantes comumente usados com ligantes à base de fenol formaldeído. O teor de ligante curado pode ser de 12% ou menos ou de 10% ou menos; ele pode estar na faixa de 3-8%, particularmente de 3,5-6% em peso. O teor de ligante pode ser determinado por resíduo de ignição. Tais conteúdos de ligante são particularmente adequados para produtos de baixa e média densidade. Particularmente para produtos com densidades mais altas, o teor de ligante curado pode estar na faixa de 0,5 - 5% em peso.

O ligante pode:

- ser à base de um açúcar redutor; e/ou
- ser à base de redutose; e/ou
- ser à base de um aldeído contendo açúcares e/ou
- incluir pelo menos um produto reacional de um reagente de carboidrato e um reagente de amina; e/ou
- incluir pelo menos um produto reacional de um açúcar redutor e de um reagente de amina; e/ou
- incluir pelo menos um produto reacional de um reagente de carboidrato e um reagente de sal de amônio do ácido policarboxílico; e/ou
- incluir pelo menos um produto reacional de uma reação de Maillard.

O ligante pode ser à base de uma combinação de um

ácido policarboxílico, por exemplo, ácido cítrico, um açúcar, por exemplo, dextrose, e uma fonte de amônia, por exemplo, solução de amônia. Ele pode ser à base de uma combinação de citrato de amônio e dextrose. Onde o ligante
5 é à base de açúcares e/ou de ácido cítrico e/ou compreende grupos -OH significativos, é particularmente surpreendente que tais níveis de Força de Divisão de Desgaste possam ser alcançados. Poderia ter sido ensinado, que os grupos -OH, por exemplo, nos açúcares e/ou no ácido cítrico podem ser
10 prontamente submetidos à hidrólise e que o ligante poderia consequentemente perder força significativa nas condições de umidade e/ou desgaste.

O ligante pode compreender um composto contendo silício, particularmente um silano; este pode ser um
15 composto amino-substituído; ele pode ser um éter de silila; ele pode facilitar a aderência do ligante às fibras minerais.

O ligante pode compreender melanoidinas; ele pode ser um ligante termoajustável; ele pode ser termicamente
20 curável.

O ligante pode ser um daqueles revelados no Pedido de Patente Internacional No. PCT/US2006/028929, os conteúdos do qual sendo por meio disto incorporados por referência.

O material isolante pode ser acondicionado ou ser
25 fornecido na forma de uma embalagem; a embalagem pode compreender um ou mais produtos isolantes minerais dispostos e/ou ligados juntos, por exemplo, para facilitar o transporte; ele pode compreender um filme de revestimento, por exemplo, de um material plástico. A
30 embalagem pode compreender ou consistir de um cilindro de

um material isolante ou uma montagem de placas individuais do material isolante.

O material isolante, particularmente quando ele é um produto de densidade baixa a média, pode ter

- 5 • uma espessura nominal na faixa de 60 a 260 nm; e/ou
- uma resistência térmica R de $R \geq 3 \text{ m}^2\text{K/W}$, preferivelmente $R \geq 4 \text{ m}^2\text{K/W}$, com uma espessura de 200 mm; e/ou
- 10 • uma densidade na faixa de 5 a 40 Kg/m^3 , particularmente 5 a 18 Kg/m^3 ou 7 a 12 Kg/m^3 , por exemplo, para produtos de cilindros de baixa densidade.

O material isolante, particularmente quando é uma prancha isolante ou um produto de densidade maior, pode ter

- uma espessura nominal na faixa de 20 a 200 nm; e/ou
- 15 • uma resistência térmica R de $R \geq 1,7 \text{ m}^2\text{K/W}$, preferivelmente $R \geq 2 \text{ m}^2\text{K/W}$, com uma espessura de 100 mm; e/ou
- uma densidade na faixa de 100 a 200 Kg/m^3 , particularmente 130 a 190 Kg/m^3 .

20 As fibras minerais podem ser de lã de vidro ou de lã de rocha; as fibras podem ter um diâmetro médio entre 2 e 9 microns ou ser microfibras de diâmetro menor; elas podem ter um comprimento médio entre 8 e 80 mm.

As fibras minerais podem ser onduladas.

25 De acordo com outro aspecto, a presente invenção fornece um material isolante de fibra mineral com pelo menos uma das seguintes características:

- o material isolante com bordas cortadas;
- o material isolante com uma face fornecida em pelo menos
- 30 uma das suas superfícies principais, por exemplo,

compreendendo uma barreira de penetração de umidade e/ou um papel Kraft e/ou uma chapa de alumínio e/ou uma camada plástica e/ou uma folha laminada compreendendo uma pluralidade de camadas individuais e/ou um tecido trançado ou não-trançado; um revestimento pode ser fornecido em cada superfície principal do material isolante;

- o material isolante sendo um material isolante acondicionado retido sob compressão, por exemplo, por um ou mais componentes de empacotamento, por exemplo, por um filme de empacotamento de revestimento; o material isolante pode ser comprimido até 80% ou menos de sua espessura não-comprimida;
- o material isolante estando na forma de um isolamento de tudo com um comprimento maior do que 30 cm; a reticulação pode ser substancialmente anular;
- o material isolante estando na forma de um cilindro comprimido de material;
- o material isolante estando na forma de uma placa comprimida de material;
- o material isolante sendo um cilindro ou placa com um comprimento maior do que ou igual a 1 m, preferivelmente maior do que ou igual a 2 m;
- o material isolante sendo um cilindro ou placa com uma largura maior do que ou igual a 0,3 m, preferivelmente maior do que ou igual a 0,5 m;
- o material isolante com uma espessura nominal de pelo menos 45 mm, preferivelmente de pelo menos 50 mm, e uma densidade na faixa de 5 a 40 Kg/m³.

O material isolante pode ser uma combinação dessas

características; essas características podem ser combinadas com outras características e/ou aspectos aqui descritos.

Exemplos não-limitativos da invenção são descritos abaixo com referência à Fig. 1, a qual apresenta a forma das amostras usadas para testar a força de partição.

Um ligante aquoso foi preparado pela mistura:

	% aproximada em peso
Dextrose monoidratada em pó	12,9%
Ácido cítrico anidro em pó	2,3%
Amônia aquosa a 28%	2,6%
Silano A-1100	0,05%
Água	82,1%

Esse ligante foi usado na produção de um produto isolante de fibra de vidro em uma linha de produção padrão, o ligante sendo pulverizado em fibras de vidro exatamente antes da formação das fibras usando fiandeiros interno e as fibras revestidas sendo coletadas, montadas em uma estira e curadas da maneira usual.

O ligante teve um pH de cerca de 8 quando aplicado às fibras de vidro.

O produto isolante de fibra de vidro curada tinha:

- um conteúdo ligante de cerca de 5% em peso conforme determinado por resíduo de ignição,
- uma espessura de cerca de 150 mm,
- uma densidade de cerca de 9 Kg/m³.

Isto é adequado como um produto de isolamento de cilindro residencial de baixa densidade; ele foi acondicionado em um cilindro sob compressão.

As características desejadas e os resultados obtidos estão mostrados na Tabela 1:

Tabela 1

	Unidades	Limite de aceitação	Preferido	Mais preferido	O Mais preferido	Resultado obtido
Espessura recuperada	% da nominal	≥ 95	≥ 100	≥ 110	≥ 120	103
Força de Partição Normal	g/g	≥ 95	≥ 100	≥ 150	≥ 200	122
Força de Partição de Desgaste	g/g	≥ 75	≥ 80	≥ 100	≥ 150	112

Teste para a Espessura Recuperada:

A Espessura Recuperada é testada e medida de acordo com o Anexo A do British standard BS EM 823:1995 (aqui
5 incorporado por referência) e expressa como % da espessura nominal ou anunciada para o produto medido.

Teste da Força de Partição Normal e da Força de Partição de Desgaste

A força de partição é uma medida da força elástica de
10 esteiras de fibras minerais determinadas pela colocação de uma amostra em forma de O em mordentes cilíndricas, separando as mordentes e medindo a carga para quebrar as fibras. Embora isto possa ser medido em Newtons por grama, a força de partição é expressa em gramas/grama sendo a
15 carga de quebra total de seis exemplares de teste dividido pelo peso total.

O teste é feito em esteiras de fibras minerais conforme recebidas para teste (Força de Partição Normal) e depois de um teste de desgaste acelerado conforme explicado

abaixo (Força de Partição de Desgaste).

Um primeiro grupo de seis amostras com as formas e dimensões mostradas na Figura 1 são cortadas da esteira de fibra mineral a ser testada; o eixo longo das amostras deve
5 ser paralelo à direção da esteira e as amostras devem ser tomadas pela largura total da esteira mineral. Um segundo grupo de seis amostras é então tomado do mesmo môm. AS dimensões na Fig. 1 são em mm.

O peso total do primeiro grupo de seis amostras W1 em
10 gramas é registrado.

O peso total do segundo grupo de seis amostras W2 em gramas é registrado; essa amostras são então colocadas em uma autoclave pré-aquecida e condicionadas em uma prateleira de malha de arame longe do fundo da câmara sob
15 vapor úmido a 35 KN/m² por uma hora. Elas são a seguir removidas, secas em um forno a 100 °C por cinco minutos e testadas imediatamente em relação à força de divisão.

Para testar a força de divisão, cada amostra é colocada ao redor das mordentes da máquina de força
20 elástica e a carga de quebra máxima em gramas ou Newtons é registrada. Se a carga de quebra é medida em Newtons, ela é convertida em gramas multiplicando-se por 101,9. Seis resultados em gramas são obtidos para cada grupo de amostras: G1, G2, G3, G4, G5 e G6 para o primeiro grupo de
25 amostras e G7, G8, G9, G10, G11 e G12 para o segundo grupo de amostras.

A força de Divisão Comum é calculada a partir do primeiro grupo de amostras usando a Força de Partição Normal = $(G1+G2+G3+G4+G5+G6)/W1$.

30 A Força de Partição de Desgaste é calculada a partir

do segundo grupo de amostras usando a Força de Partição de Desgaste = $(G7+G8+G9+G10+G11+G12)/W2$.

Em outro exemplo, um ligante aquoso foi preparado pela mistura:

	% aproximada em peso
Dextrose em pó monoidratada	19,1%
Ácido cítrico anidro em pó	3,4%
Amônia aquosa 28%	2,6%
Silano A-1100	0,07%
Água	73,5%

5 Esse ligante foi usado na produção de uma prancha de telhado de lã de rocha em uma linha de produção padrão, o ligante sendo pulverizado nas fibras exatamente depois da formação das fibras e as fibras revestidas sendo coletadas, montadas em uma esteira, comprimidas e curadas da maneira

10 usual.

A prancha do telhado curada tinha:

- um teor de ligante de cerca de 3% em peso conforme determinado por resíduo de ignição,
- uma espessura de cerca de 80 mm,
- 15 • uma densidade de cerca de 150 Kg/m³

Ela foi acondicionada como uma parte de uma pilha de pranchas isoladas.

As características desejadas e os resultados obtidos estão descritos na Tabela 2:

20 Tabela 2:

	Unidades	Limite de aceitação	Preferido	Mais preferido	O mais preferido	Resultado obtido
Força de Compressão	kPa	≥ 60	≥ 70	≥ 80	≥ 90	72,3

Normal						
Força de Compressão de Desgaste	kPa	≥ 25	≥ 30	≥ 40	≥ 50	54,6

Testagem da Força de Compressão Normal e Força de Compressão de Desgaste:

5 A Força de Compressão Normal é medida de acordo com British Standard BS EM 826:1996 (aqui incorporado por referência).

10 A Força de Compressão Desgastada é medida de acordo com o British Standard BS EM 826:1996 nas amostras que foram submetidas aos seguintes procedimentos de desgaste acelerado: amostras têm seus tamanhos reduzidos e são a seguir colocadas em uma autoclave pré-aquecida e condicionadas em uma prateleira de malha de arame longe do fundo da câmara sob vapor úmido a 35 kN/m^2 por uma hora. Elas são a seguir removidas, secas em um forno a 100°C por cinco minutos e sua força de compressão é imediatamente
15 testada.

Em ambos os casos, a força de compressão é determinada na direção da espessura do produto; as dimensões da face das amostras em contato com o aparelho de teste de compressão são preferivelmente de $200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$.

REIVINDICAÇÕES

1. Material isolante de fibra mineral acondicionada
caracterizado pelo fato de ter:

- a) uma espessura recuperada de pelo menos 95% da
5 espessura nominal; e
- b) uma força de partição normal de pelo menos 95
g/g; e
- c) uma força de partição desgastada de pelo menos 75
g/g.

10 o material compreendendo fibras minerais e um ligante orgânico sem formaldeído em uma quantidade inferior a 15% em peso, o referido ligante tendo sido aplicado às fibras do material isolante na forma líquida em pH maior do que 5.

15 2. Material isolante de fibra mineral acondicionada, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a Espessura Recuperada é de pelo menos 100%, preferivelmente de pelo menos 110%.

20 3. Material isolante de fibra mineral acondicionada, de acordo com a Reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que a Força de Partição Normal é de pelo menos 100 g/g, preferivelmente de pelo menos 150 g/g.

25 4. Material isolante de fibra mineral acondicionada, de acordo com qualquer uma das reivindicação 1, 2 ou 3, **caracterizado** pelo fato de que a Força de Compressão Desgastada é de pelo menos 80 g/g, preferivelmente de pelo menos 100 g/g.

30 5. Material isolante de fibra mineral acondicionada, de acordo com qualquer uma das reivindicação 1, 2, 3 ou 4, **caracterizado** pelo fato de que o material isolante é um produto enrolado com uma densidade entre 5 e 40 Kg/m³, o

qual é acondicionado sob compressão.

6. Material isolante de fibra mineral acondicionada, caracterizado pelo fato de ter uma densidade na faixa de 100 a 200 kg/m³, compreendendo fibras minerais e um ligante sem formaldeído orgânico e com:

a) uma Força de Compressão Normal de pelo menos 60 kPa; e

b) uma Força de Compressão Desgastada de pelo menos 25 kPa,

o material compreendendo fibras minerais e um ligante orgânico sem formaldeído em uma quantidade menor do que 15% em peso, o referido ligante tendo sido aplicado às fibras do material isolante na forma líquida em um pH maior do que 5.

7. Material isolante de fibra mineral acondicionada, de acordo com a Reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a Força de Compressão Normal é de pelo menos 70 kPa, preferivelmente de 80 kPa.

8. Material isolante de fibra mineral acondicionada, de acordo com a Reivindicação 6 ou 7, caracterizado pelo fato de que a Força de Compressão Desgastada é de pelo menos 30 kPa, preferivelmente de pelo menos 40 kPa.

9. Material isolante de fibra mineral acondicionada, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ou 8, caracterizado pelo fato de que o ligante é aplicado às fibras do material isolante na forma líquida em pH menor do que 11.

10. Material isolante de fibra mineral acondicionada, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ou 9, caracterizado pelo fato de que o ligante é

aplicado às fibras do material isolante na forma líquida em pH entre 6 e 10.

11. Material isolante de fibra mineral acondicionada, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ou 10, caracterizado pelo fato de que o teor de ligante é entre 2 e 8% em peso.

12. Material isolante de fibra mineral acondicionada, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ou 11, caracterizado pelo fato de que o 10 ligante é baseado em um açúcar redutor.

13. Material isolante de fibra mineral acondicionada, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ou 12, caracterizado pelo fato de que o ligante compreende pelo menos um produto da reação de 15 Maillard.

14. Material isolante de fibra mineral acondicionada, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 ou 13, caracterizado pelo fato de que o ligante é baseado em produtos reacionais obtidos pela 20 cura de uma solução aquosa compreendendo ácido cítrico, amônia e dextrose.

15. Método de produção de um material isolante de fibra mineral acondicionada selecionado do grupo consistindo de:

25 (i) material com:

a) uma espessura recuperada de pelo menos 95%; e

b) uma força de partição normal de pelo menos 95 g/g; e

c) uma Força de Compressão Desgastada de pelo menos 75 g/g; e

30 (ii) material com

a) uma força de compressão normal de pelo menos 60 kPa;
e

b) uma Força de Compressão Desgastada de pelo menos 25 kPa;

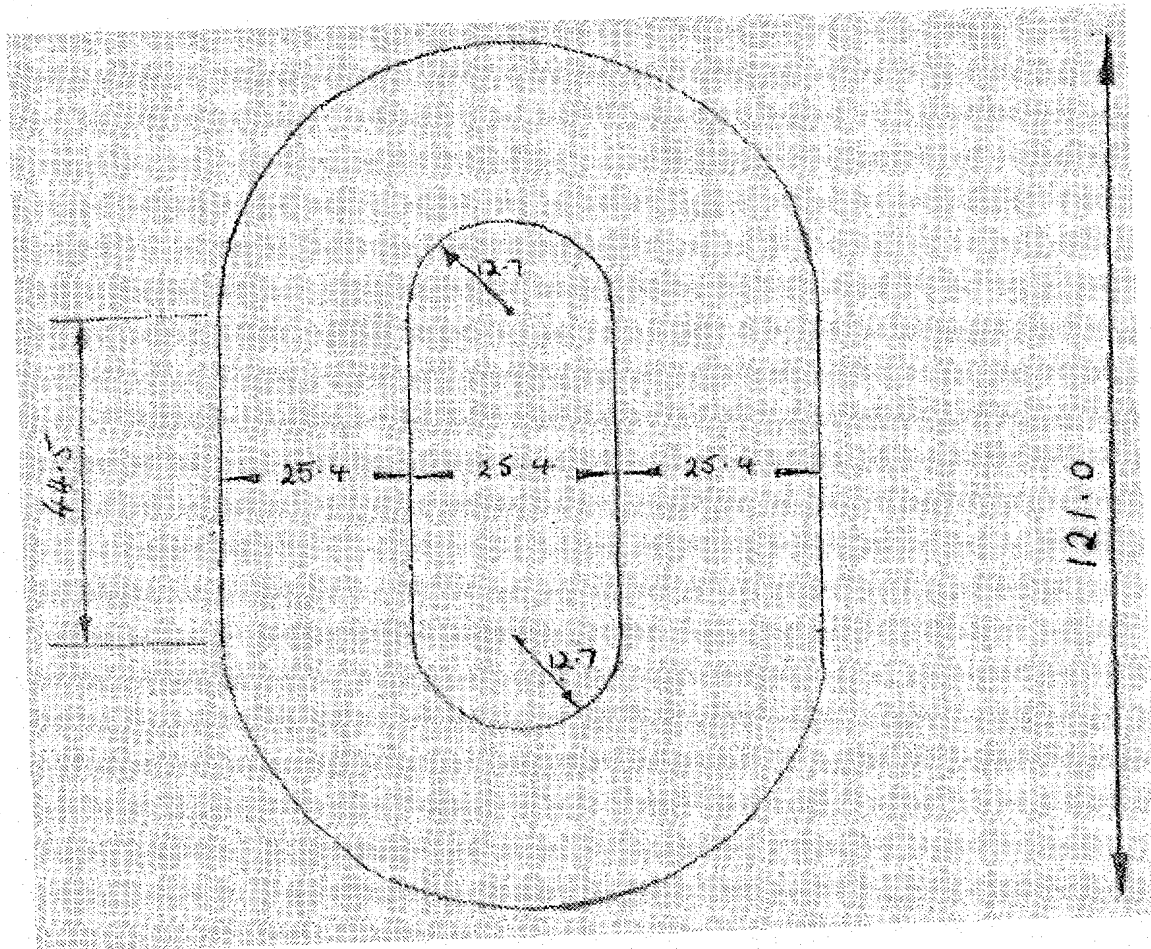
5 caracterizado pelo fato de compreender as etapas de

i) aplicar um ligante sem formaldeído orgânico em
solução aquosa às fibras minerais em um pH maior do que 5,
e

10 ii) curar o produto de modo que ele contenha uma
quantidade menor do que 15% em peso de ligante, e

iii) acondicionar o material isolante.

Fig 1



iv)

RESUMO**PRODUTO ISOLANTE DE FIBRA MINERAL SEM FORMALDEÍDO**

Um material de fibra mineral acondicionada tem: uma espessura recuperada de pelo menos 95% da espessura nominal; e b) uma força de partição normal de pelo menos 95 g/g; e c) uma Força de Compressão Desgastada de pelo menos 75 g/g, o material compreendendo fibras minerais e um ligante orgânico sem formaldeído em uma quantidade menor do que 15% em peso, preferivelmente menor do que 10% em peso, o referido ligante sendo aplicado às fibras do material isolante na forma líquida em um pH maior do que 5.