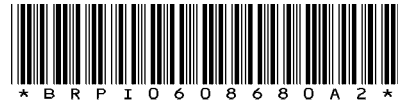




República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0608680-2 A2**

(22) Data de Depósito: 31/03/2006
(43) Data da Publicação: 07/12/2010
(RPI 2083)



* B R P I 0 6 0 8 6 8 0 A 2 *

(51) *Int.Cl.:*
C03C 25/42
C03C 25/26
C03C 25/34
C03C 13/00
C03C 25/14

(54) Título: **LÃ MINERAL, PROCESSO DE OBTENÇÃO DE LÃS MINERAIS, UTILIZAÇÃO DE UMA LÃ MINERAL E PRODUTO DE ISOLAMENTO TÉRMICO E/OU ACÚSTICO**

(30) Prioridade Unionista: 01/04/2005 FR 0550860

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

(72) Inventor(es): JEAN - LUC BERNARD, JÉRÔME DOUCE

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT FR2006050280 de 31/03/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/103375 de 05/10/2006

(57) Resumo: LÃ MINERAL, PROCESSO DE OBTENÇÃO DE LÃS MINERAIS, UTILIZAÇÃO DE UMA LÃ MINERAL E PRODUTO DE ISOLAMENTO TÉRMICO E/OU ACÚSTICO. A invenção tem por objeto uma lâ mineral, estável termicamente, susceptível de dissolver-se em um meio fisiológico, compreendendo fibras cujos constituintes são mencionados a seguir, de acordo com as porcentagens ponderais seguintes: 39-55% Al_2O_3 12-27%, - 16-25% CaO 0-35%, - 3-25% MgO 0-30%, - 0-15% Na_2O 0-17%, - 6-12% K_2O 0-17%, - 3-12% R_2O ($Na_2O + K_2O$) 10-17%, - 12-17% P_2O_5 0-5%, - 0-2% Fe_2O_3 0-20%, B_2O_3 0-8%, - 0-4% TiO_2 0-3%, e pelo menos um composto do fósforo susceptível de reagir a uma temperatura inferior a 1000°C com as referidas fibras para formar um revestimento na superfície das referidas fibras, caracterizada pelo fato de que o teor do composto do fósforo, expresso em massa de átomos de fósforo, varia de 0,0005%, notadamente mais de 0,01% para 1%, notadamente menos de 0,5% da massa total das fibras, e que um composto do fósforo é uma molécula na qual o átomo (s) de fósforo é (são) ligado (s) pelo menos um átomo de carbono, diretamente ou por meio de um átomo de oxigênio.

“LÃ MINERAL, PROCESSO DE OBTENÇÃO DE LÃS MINERAIS, UTILIZAÇÃO DE UMA LÃ MINERAL E PRODUTO DE ISOLAMENTO TÉRMICO E/OU ACÚSTICO”

5 A presente invenção refere-se ao domínio das lãs minerais artificiais. Ela visa mais particularmente as lãs minerais destinadas a fabricar materiais de isolamento térmico e/ou acústico ou substratos de cultura fora do solo e notadamente lãs minerais estáveis termicamente, destinadas a aplicações onde a capacidade de resistir em temperatura é grande.

10 Estas lãs minerais são susceptíveis de desempenhar um papel importante na resistência ao fogo de sistemas construtivos ao quais elas estão integradas.

Interessa-se mais particularmente às lãs minerais do tipo de lã de rocha, ou seja cujas composições químicas provocam uma temperatura dos líquidos elevada e uma grande fluidez a sua temperatura de conversão em 15 fibra, associadas uma temperatura de transição vítrea elevada.

Convencionalmente, este tipo de lã mineral é convertida em fibra por processos de centrifugação ditos “externos”, por exemplo do tipo deste que utiliza uma cascata de rodas de centrifugação alimentadas em matéria fundida por um dispositivo de distribuição estático, como descrito 20 notadamente nas patentes EP-0 465.310 ou EP-0 439 385.

O processo de conversão em fibra por centrifugação dito “interno”, ou seja que recorreu a centrifugadores que giram em grande velocidade e perfurados com orifícios, é em contrapartida convencionalmente reservado à conversão em fibra de lã mineral de tipo lã de vidro, 25 esquematicamente de composição mais rica em óxidos alcalinos e com baixa taxa de alumina, de temperatura de líquidos menos elevada e viscosidade à temperatura conversão em fibra maior que a lã de rocha. Este processo é descrito notadamente nas patentes EP-0 189354 ou EP-0 519 797.

Entretanto recentemente foi desenvolvido soluções técnicas

que permitem adaptar o processo de centrifugação interno de conversão em fibra de lã de rocha, notadamente alterando a composição do material constitutivo dos centrifugadores e os seus parâmetros de funcionamento. Poderá para maiores detalhes a este respeito se reportar notadamente à patente
5 WO 93/02977. Esta adaptação revelou-se particularmente interessante no sentido de que permite combinar propriedades que seriam inerentes apenas a um ou o outro dos dois tipos de lã, de rocha ou de vidro. Assim, a lã de rocha obtida por centrifugação interna é de uma qualidade comparável à lã de vidro, com uma taxa de não-fibras menor do que da lã de rocha obtida
10 convencionalmente. Ela conserva contudo as duas vantagens ligadas à sua natureza química, a saber um baixo custo de matérias químicas e uma resistência em temperatura elevada.

Dois vias são então agora possíveis para fabricar a lã de rocha, a escolha de uma ou outra dependente diversos de critérios, dos quais o nível
15 de qualidade requerido com o propósito da aplicação visada e este de exeqüibilidade industrial e econômica.

A estes critérios, acrescentou-se desde alguns anos este de um caráter biodegradável da lã mineral, a saber, a capacidade desta de se dissolver rapidamente em meio fisiológico, em vista de prevenir qualquer
20 risco patogênico potencial ligado à acumulação eventual das fibras mais finas no organismo por inalação.

Além disso, um número importante de aplicação de lãs minerais utiliza a propriedade notável de estabilidade térmica que apresentam certas composições de lãs minerais. Conhece-se notadamente a estabilidade
25 térmica das lãs minerais obtidas a partir de basaltos ou escórias enriquecidos de ferro.

A estabilidade térmica das lãs minerais é em particular indispensável para autorizar seu emprego em sistemas construtivos resistentes ao fogo. Um dos pontos chave da resistência ao fogo reside na capacidade dos

colchões de fibras não diminuir (e assim a conservar as suas propriedades de isolamento térmico), esta capacidade que provem do fato de que as fibras não sofrem nem deformação nem sinterização.

O pedido de patente WO 01/68546 descreve uma lã mineral tornada estável termicamente pelo emprego simultâneo de uma composição de vidro particular e de um composto do fósforo susceptível de reagir a partir de 100°C com as fibras para formar um revestimento refratário que limita ao mesmo tempo a deformação e a sinterização das fibras.

Os compostos do fósforo descritos neste pedido são fosfatos ou polifosfatos, principalmente de amônio ou sódio. Estes compostos, depositados com o ligante sobre a superfície das fibras, reagem a partir de 100°C com a superfície das fibras liberando compostos ácidos como o ácido fosfórico e/ou o anidrido fosfórico, os quais reagem, levando-se em conta a composição química específica das fibras, com os íons alcalino-terrosos das referidas fibras para formar à sua superfície o revestimento refratário pré-citado.

É evidente que o emprego desta invenção apresenta inconvenientes ao uso. Os fosfatos descritos no pedido WO 01/68546 são bastante sensíveis por um lado à umidade (mesmo ao estado de polifosfatos), e por outro lado à temperatura. A liberação de compostos ácidos relativamente à baixa temperatura parece ser prejudicial à adesão entre as fibras e o ligante a base de resina (este último polimerizado em estufa a temperaturas de cerca de 200°C), e parece ser a origem de uma diminuição das propriedades mecânicas do produto acabado e sobretudo da estabilidade das referidas propriedades mecânicas a longo prazo.

A presente invenção tem então por objetivo prevenir aos inconvenientes pré-citados melhorando a composição química das fibras que compreendem as lãs minerais de tipo rocha a fim de lhes conferir a capacidade de serem convertida em fibras por centrifugação interna,

propriedades mecânicas e envelhecimento melhorados, uma boa estabilidade térmica, e boas propriedades de solubilidade em meio fisiológico.

A invenção tem por objeto uma lã mineral, estável termicamente, susceptível de se dissolver em um meio fisiológico, que
5 compreende fibras cujos constituintes são mencionados, a seguir de acordo com as porcentagens ponderais seguintes:

	SiO ₂	35-60%, de preferência	39-55%
	Al ₂ O ₃	12-27%, -	16-25%
	Cão	0-35%, -	3-25%
10	MgO	0-30%, -	0-15%
	Na ₂ O	0-17%, -	6-12%
	K ₂ O	0-17%, -	3-12%
	R ₂ O (Na ₂ O + K ₂ O)	10-17%, -	12-17%
	P ₂ O ₅	0-5%, -	0-2%
15	Fe ₂ O ₃	0-20%,	
	B ₂ O ₃	0-8%, -	0-4%
	TiO ₂	0-3%,	

e que compreende igualmente pelo menos um composto do fósforo em um teor, expresso em massa de átomos de fósforo, variando de 0,0005%,
20 notadamente mais de 0,01% para 1%, notadamente menos de 0,5% da massa total das fibras, susceptível de reagir a uma temperatura inferior a 1000°C com as referidas fibras para formar um revestimento à superfície das referidas fibras, um composto do fósforo é uma molécula na qual o(s) átomo (s) de fósforo é(são) ligado(s) a pelo menos a um átomo de carbono, diretamente ou
25 por meio de um átomo de oxigênio.

Preferivelmente, cada composto do fósforo é uma molécula na qual o átomo(s) de fósforo está (estão) ligado(s) a pelo menos um átomo de carbono, diretamente ou por meio de um átomo de oxigênio.

Na acepção da presente invenção, define-se uma lã mineral

“estável termicamente” ou “que apresenta uma estabilidade térmica” como susceptível de apresentar um caráter de resistência em temperatura, ou seja susceptível de não diminuir de maneira substancial quando é aquecida notadamente até temperaturas de pelo menos de 1000°C.

5 Considera-se notadamente que uma lã mineral é termicamente estável se ela responde aos critérios definidos pelo projeto de norma “Materiais isolantes: estabilidade térmica” (Insulating materials: Thermal stability) como é proposto por NORDTEST (NT FIRE XX - NORDTEST REMISS N°1114-93).

10 Este teste define um procedimento para determinar a estabilidade térmica de uma amostra de material isolante a uma temperatura de 1000°C. Uma amostra de material isolante (notadamente de 25 mm de altura e 25 mm de diâmetro) é introduzida em um forno que permite a observação do abaixamento da amostra em função da temperatura ao contato
15 da amostra.

A temperatura do forno cresce a 5°C por minuto, a partir da temperatura ambiental, até pelo menos a 1000°C.

Este projeto de norma define um material isolante como estável termicamente se a amostra deste material não diminui mais de 50% da
20 sua espessura inicial até que a temperatura de 1000°C seja atingida.

O revestimento formado à superfície das fibras à alta temperatura tem a propriedade notável de ser refratário e retarda assim a depressão de uma amostra de fibras, da composição selecionada, levada a temperaturas que podem atingir 1000°C.

25 O ou cada composto do fósforo pode ser uma molécula unitária, ou seja conter apenas um átomo de fósforo.

O composto do fósforo de acordo com a invenção pode então ser caracterizado pelo fato de que o único átomo de fósforo está diretamente ligado apenas a átomos de oxigênio ou de hidrogênio, ou seja está ligado pelo

menos a um átomo de carbono por meio de um átomo de oxigênio. Pode tratar-se por exemplo de um mono -, di - ou tri-éster fosfórico, ou de ésteres fosfônicos ou fosfínicos não-substituídos, os grupos carbonados destes ésteres sendo compostos alquilas, arilas, acilas ou hidroxialquilas, podendo eventualmente ser de natureza oligomérica ou polimérica e/ou conter um ou vários heteroátomos escolhidos dentre N, O ou S.

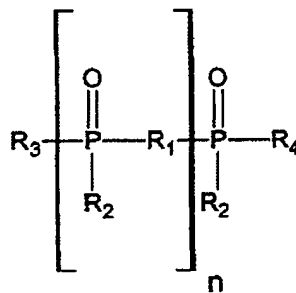
Ele pode de modo alternativo ser caracterizado pelo fato de que o único átomo de fósforo é ligado diretamente a pelo menos um átomo de carbono. Pode tratar-se de ésteres ou de ácidos fosfônicos ou fosfínicos pelo menos parcialmente substituídos (ou seja nos quais pelo menos um dos átomos de hidrogênios ligados ao átomo de fósforo é substituído por um substituinte carbonado). O composto do fósforo pode igualmente ser neste caso um mono-, di- ou tri-óxido de fosfina. Os diferentes grupos carbonados destes compostos são compostos alquilas, arilas, acilas ou hidroxialquilas, que podem eventualmente ser de natureza oligomérica ou polimérica e/ou conter um ou vários heteroátomos escolhidos dentre N, O ou S.

O ou cada composto do fósforo de acordo com a invenção é entretanto preferivelmente uma molécula constituída de vários compostos unitários como descritos precedentemente, idênticos ou diferentes, ligados entre si por ligações covalentes. O composto do fósforo é então preferivelmente uma molécula oligômera ou polímera, ou seja que sua estrutura pode se representar como a repetição de motivos constitutivos. O número destes motivos constitutivos é compreendido vantajosamente entre 2 e 100, notadamente 2 e 50, ou mesmo entre 2 e 10. No caso de uma molécula que contem vários átomos de fósforo, a condição essencial segundo a qual os átomos de fósforo estão ligados a um átomo de carbono deve se compreender como significando que a grande maioria dos átomos de fósforo respeitam esta condição, entendendo-se que em uma grande molécula, o fato de uma pequena fração dos átomos de fósforo que não respeita esta condição não é

capaz de alterar substancialmente a maneira como o problema técnico é resolvido.

Ele pode assim ser um composto no qual a maioria (ou mesmo a totalidade) dos átomos de fósforo estão ligados entre si por um átomo de oxigênio, por exemplo dos compostos do tipo poliéster fosfórico ou fosfônico.

Entretanto é mais vantajoso que a maioria (ou mesmo a totalidade) dos átomos de fósforo sejam ligados entre si através de uma entidade carbonada. O composto do fósforo contém então preferivelmente uma maioria de átomos de fósforo ligados entre si por um grupo que compreende pelo menos um átomo de carbono, este último podendo estar ligado diretamente ou por meio de um átomo de oxigênio pelo menos a um dos átomos de fósforo. Tal composto preferido pode ser representado de acordo com a fórmula geral (1) seguinte:



(1)

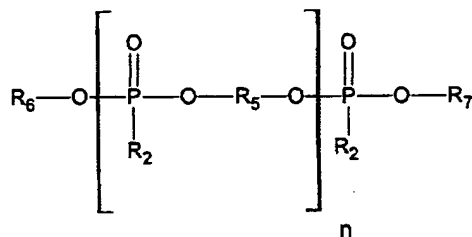
onde

n está compreendido entre 1 e 100, preferivelmente entre 1 e 50, notadamente entre 2 e 10,

- os substituintes R_1 a R_4 são entidades majoritariamente carbonadas idênticas ou diferentes, preferivelmente do tipo alquila, arila, acila ou hidroxialquila eventualmente ramificados, podendo eventualmente ser de natureza oligomérica ou polimérica e/ou conter um ou vários heteroátomos escolhidos dentre N, O, S ou P. É preferível que pelo menos um destes substituintes, notadamente o substituinte R_1 , contenha um átomo de oxigênio ligado ao átomo de fósforo da cadeia principal.

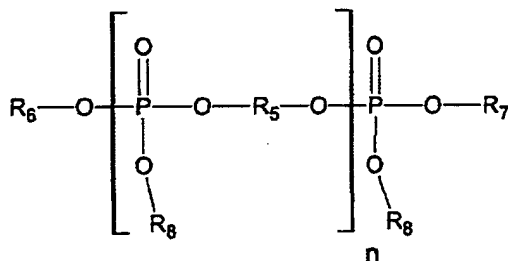
No caso onde dois substituinte contêm um átomo de oxigênio

ligado ao átomo de fósforo da cadeia principal, o composto do fósforo é vantajosamente um oligômero ou um polímero do tipo poliéster fosfônico de fórmula geral (2) seguinte:



(2)

Quando todos os substituintes contêm um átomo de oxigênio ligado ao átomo de fósforo da cadeia principal, uma outra família de compostos do fósforo preferidos é constituída pelos polímeros ou por oligômeros do tipo poliácido ou poliéster fosfórico de fórmula geral (3) seguinte:



(3)

Para estes dois últimos tipos de compostos:

10 - o comprimento n da cadeia é compreendido entre 1 e 100, preferivelmente entre 1 e 50, notadamente entre 2 e 10.

15 - os substituintes R_2 e R_5 a R_8 são entidades majoritariamente carbonadas idênticas ou diferentes, preferivelmente do tipo alquila, arila, acila ou hidroxialquila eventualmente ramificados, podendo eventualmente ser de natureza oligomérica ou polimérica e/ou conter um ou vários heteroátomos escolhidos dentre N, O, S ou P. O número de átomos de carbono em cada substituinte é compreendido vantajosamente entre 1 e 15, notadamente entre 2 e 10. Um grande número de átomos de carbono tem com efeito por inconveniente gerar uma grande quantidade de resíduos carbonados durante

uma subida em temperatura, enquanto que um número de átomos de carbono muito baixo pode provocar uma hidrólise demasiada fácil. Os substituintes R_6 a R_8 podem igualmente ser átomos de hidrogênio ou uma base de neutralização do ácido fosfórico.

5 Quando o comprimento n da cadeia é igual a 1, é possível que os grupos R_5 e R_6 estejam ligados entre si de maneira covalente, formando assim uma molécula cíclica. Quando n é superior a 1, certos grupos R_5 , R_6 ou R_7 podem ser ligados entre si de maneira covalente. Um composto do fósforo preferido é assim o produto comercializado sob a marca AMGARD® TC ou
10 CU pela empresa Rhodia. Trata-se de uma mistura dos dois ésteres fosfônicos cíclicos de números CAS respectivos 41203-81-0 e 42595-45-9. O primeiro dentre eles é um éster fosfônico de acordo com a fórmula (2) com $n = 1$, todos os grupos R_2 e R_7 grupos metila, os grupos R_5 e R_6 ligados entre si para formar um grupo alquila único que possui 6 átomos de carbono. O segundo é
15 um éster do mesmo tipo, entretanto com $n = 2$, todos os grupos R_2 grupos metila, os 2 grupos R_5 respectivamente ligado aos grupos R_6 e R_7 para formar dois grupos alquilas em C_6 .

Os compostos oligoméricos ou poliméricos do fósforo, apresentados até agora sob a forma de cadeias lineares ou cíclicas, podem
20 igualmente ser de redes reticuladas, as diferentes que substituem majoritariamente carbonados que podem ser eles mesmos ligados a pelo menos um outro átomo de fósforo, por exemplo quando estes substituintes são polióis ou poliácidos.

Estes últimos compostos podem ser em particular ser obtidos
25 por reações de esterificação ou transesterificação entre ácidos ou ésteres respectivamente fosfônicos e fosfóricos e polióis (em particular dióis), poliácidos (em particular diácidos) ou ainda compostos epóxi. Neste quadro, o melaço (subproduto da refinação do açúcar) é uma fonte polióis ou dióis particularmente atrativa pelo seu baixo custo. Parece que compostos do

fósforo de acordo com a invenção poderiam ser obtidos por reação entre melação e ácidos ou ésteres fosfóricos ou fosfônicos, esta reação que pode até mesmo se produzir por pulverização simultânea dos dois produtos sobre as fibras.

5 A lã mineral de acordo com a invenção pode vantajosamente compreender uma mistura de vários compostos do fósforo tal como descrito precedentemente.

O ponto comum a estes compostos que poderiam se qualificar de “compostos organofosforados” é a presença de compostos carbonados ao
10 seio mesmo da cadeia fosforada, que parece ser a origem do “bloqueio” dos compostos ácidos, tais como o ácido fosfórico, para temperaturas inferiores a 200°C e então a estabilidade destes compostos contra os efeitos da temperatura e a umidade.

O composto do fósforo de acordo com a invenção está
15 presente de preferência em um teor superior ou igual a 0,05%, notadamente 0,1% e inferior ou igual a 2%, notadamente 1%. Esta quantidade corresponde à massa de compostos do fósforo trazida à massa total das fibras.

Levando-se em conta a massa de fósforo neste tipo de compostos, o teor mássico em átomos de fósforo é compreendido entre
20 0,0005% a 1%, notadamente superior ou iguais a 0,01% e mesmo 0,1% e inferiores ou iguais a 0,5%.

O revestimento observado pode ser contínuo sobre a superfície de uma fibra e a sua espessura é compreendida notadamente entre 0,01 e 0,05 μm . Cristalizações de uma composição próxima desta do revestimento podem
25 igualmente ser observadas localmente à superfície das fibras, e podem atingir espessuras da ordem de 0,1 a 0,5 μm .

De acordo com um modo de realização vantajoso da invenção, o revestimento susceptível de se formar à superfície das fibras da lã mineral é constituído essencialmente de fosfato de alcalino-terrosos.

Obtêm-se assim revestimentos cuja composição está próxima desta dos cristais de tipos ortofosfato ou pirofosfato de alcalino-terroso cujo ponto de fusão é conhecido como sendo superior a 1000°C.

Vantajosamente, o fosfato de alcalino-terroso que é susceptível de se formar à superfície das fibras da lã mineral é um fosfato de cais.

Os fosfatos de cais, notadamente ortofosfato ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), pirofosfato ($\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$) são conhecidos por serem refratários e estes compostos têm temperaturas de fusão respectivamente de 1670°C e 1230°C.

Como descrito no pedido WO 01/68546, um efeito cooperativo é destacado entre as fibras que foram objeto da seleção de constituintes acima e dos compostos do fósforo. Pode-se pensar que o composto do fósforo libera à elevada temperatura (mas abaixo de 1000°C) o ácido fosfórico e/ou o anidrido fosfórico que começa a reagir com as fibras da composição de acordo com a invenção. No caso destas composições, a taxa elevada de alcalinos que elas compreendem pode desempenhar um papel de compensador de carga do alumínio, igualmente presente a taxas elevadas. Teriam-se assim composições onde a mobilidade atômica do alcalino-terrosos é superior a esta destes elementos em outras composições de vidro. Estes alcalino-terrosos relativamente móveis, seriam então susceptíveis de reagir com o ácido fosfórico ou o anidrido fosfórico para formar um composto refratário, notadamente um fosfato de alcalino-terrosos, e permitiriam assim assegurar excelente uma estabilidade térmica às lãs minerais de acordo com a invenção.

Obtêm-se assim lãs minerais susceptíveis de se dissolverem em meio fisiológico e estáveis termicamente.

Na seqüência do texto, nomear-se-á “composição” as gamas dos constituintes das fibras da lã mineral, ou do vidro destinado a ser convertido em fibra para produzir as referidas fibras. Toda percentagem de um constituinte da composição deve se compreender como uma porcentagem

ponderal e as composições de acordo com a invenção podem comportar até 5%, notadamente 3% de compostos a considerar como impurezas não analisadas, como é conhecido neste gênero de composições.

De acordo com uma variante da invenção, a composição da lã

5 mineral se apresenta do seguinte modo:

	SiO ₂	39-55%, de preferência	40-52%
	Al ₂ O ₃	16-27%, -	16-25%
	Cão	3-35%, -	10-25%
	MgO	0-15%, -	0-10%
10	Na ₂ O	0-15%, -	6-12%
	K ₂ O	0-15%, -	3-12%
	R ₂ O (Na ₂ O + K ₂ O)	10-17%, -	12-17%
	P ₂ O ₅	0-5%, -	0-2%
	Fe ₂ O ₃	0-15%,	
15	B ₂ O ₃	0-8%, -	0-4%
	TiO ₂	0-3%,	

MgO sendo compreendido entre 0 e 5%, notadamente entre 0 e 2% quando R₂O ≤ 13,0%.

20 A seleção de tal composição permitiu acumular toda uma série de vantagens, notadamente atuando sobre múltiplos papéis, complexos, que jogam com um certo número desses constituintes específicos.

25 Pôde-se constatar com efeito que a associação de uma taxa de alumina elevada, compreendida entre 16 e 27%, preferivelmente superior a 17% e/ou preferivelmente inferior a 25%, notadamente a 22%, para uma soma de elementos formadores, sílica e alumina, compreendida entre 57 e 75%, preferivelmente superior a 60% e/ou preferivelmente inferior a 72%, notadamente a 70%, com uma quantidade de alcalinos (R₂O: soda e potássio) elevada compreendida entre 10 e 17%, com MgO compreendido entre 0 e 5%, notadamente entre 0 e 2%, quando R₂O ≤ 13,0%, permite obter composições

de vidro que possuem a propriedade notável de serem conversíveis em fibra em um vasto domínio de temperatura e que conferem um caráter bio-solúvel a pH ácido às fibras obtidas. De acordo com modos de realização da invenção, a taxa de alcalino é preferivelmente notadamente superior a 12%,
5 notadamente a 13,0% e mesmo 13,3% e/ou preferivelmente inferior a 15%, notadamente inferior a 14,5%.

Este domínio de composições se revela particularmente interessante porque se pôde observar, que contrariamente às opiniões recebidas, a viscosidade do vidro fundido não abaixa significativamente com
10 o aumento da taxa de alcalinos. Este efeito notável permite aumentar o desvio entre a temperatura correspondente à viscosidade da conversão em fibra e a temperatura de líquidos da fase que cristaliza e assim melhorar consideravelmente as condições de conversão em fibra e torna notadamente possível a conversão em fibra em centrifugação interna de uma nova família
15 de vidros bio-solúveis.

De acordo com um modo de realização da invenção, as composições possuem taxas de óxido de ferro compreendidas entre 0 e de 5%, notadamente superiores a 0,5% e/ou inferiores a 3%, notadamente inferior a 2,5%. Outro modo de realização é obtido com composições que possuem
20 taxas de óxido de ferro compreendidas entre 5 e 12%, notadamente entre 5 e 8%, o que pode permitir obter uma resistência ao fogo dos colchões de lãs minerais.

Vantajosamente, as composições de acordo com a invenção respeitam o ratio:

25 $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 0,5$, de preferência $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 0,6$, notadamente $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 0,7$ que parece favorecer a obtenção de uma temperatura com viscosidade de conversão em fibra superior à temperatura de líquidos.

De acordo com uma variante da invenção, as composições de

acordo com a invenção têm preferivelmente uma taxa de cais compreendida entre 10 e 25%, notadamente superior a 12%, preferivelmente superiores a 15% e/ou preferivelmente inferiores a 23%, notadamente inferiores a 20%, e mesmos inferior a 17% associada a uma taxa de magnésia compreendida entre 5 0 e 5%, com preferivelmente menos de 2% de magnésia, notadamente menos de 1% de magnésia e/ou uma taxa de magnésia superior a 0,3%, notadamente superior 0,5%.

De acordo com outra variante, a taxa de magnésia é compreendida entre 5 e 10% para uma taxa de cal compreendida entre 5 e 10 15% e de preferência entre 5 e 10%.

Adicionar o P_2O_5 , que é opcional, a teores compreendidos entre 0 e 3%, notadamente superior a 0,5% e/ou inferior a 2%, pode permitir aumentar o biossolubilidade a pH neutro. Opcionalmente, a composição pode também conter o óxido de boro que pode permitir melhorar as propriedades 15 térmicas da lâ mineral, notadamente tendendo a baixar seu coeficiente de condutividade térmica na componente radiativa e igualmente aumentar a biossolubilidade com pH neutro. Pode-se igualmente incluir o TiO_2 na composição, de maneira opcional, por exemplo até 3%. Outros óxidos tais como BaO , SrO , MnO , Cr_2O_3 , ZrO_2 , SO_3 podem estar presentes na 20 composição, em um teor total que não ultrapasse 5%, de preferência de cerca de 3% ou 2%, e mesmo 1%. Estes diferentes óxidos podem ser acrescentados voluntariamente na composição de acordo com a invenção, mas estão em general presentes a título de impurezas inevitáveis que provêm das matérias primas, dos materiais refratários em contacto com o vidro, ou dos agentes que 25 refinam empregados para diminuir a quantidade de inclusões gasosas na massa de vidro fundido.

De acordo com um modo da invenção particularmente preferido, a lâ mineral compreende fibras cujos constituintes são mencionados a seguir, de acordo com as porcentagens ponderais seguintes:

	SiO ₂	39-55%,	de preferência	40-52%
	Al ₂ O ₃	16-27%,	-	16-26%
	CaO	6-20%,	-	8-18%
	MgO	1-5%,	-	1-4,9%
5	Na ₂ O	0-15%,	-	2-12%
	K ₂ O	0-15%,	-	2-12%
	R ₂ O (Na ₂ O + K ₂ O)	10-14,7%,	-	10-13,5%
	P ₂ O ₅	0-3%,	notadamente	0-2%
	Fe ₂ O ₃ (ferro total)	1,5-15%,	-	3,2-8%
10	B ₂ O ₃	0-2%,	de preferência	0-1%
	TiO ₂	0-2%,	de preferência	0,4-1%

Estas composições apresentam por si mesmas um comportamento a temperatura bastante elevadas notavelmente melhorada.

15 Pareceria que este domínio de composição permite fazer nuclear de germes de cristalização a baixas temperaturas, que provocarão o surgimento/ crescimento de cristais a uma temperatura suficientemente baixa onde o amolecimento ou a sinterização do material ainda não tenham podido ser efetivado. Pode-se pensar que, fazendo cristalizar os componentes mais fundíveis que a composição vítrea global, a viscosidade do vidro residual
20 aumenta e as forças de superfície ao emprego para a sinterização não são mais tão importantes para o conduzir sobre as forças de coesão viscosa.

Preferivelmente, a alumina está presente a razão de 17 a 25,5%, notadamente 20 a 25%, em particular de 21 a 24,5% em pesos, notadamente da ordem de 22 a 23 ou 24%.

25 Vantajosamente, uma boa refratariedade pode ser obtida ajustando o teor de magnésia, notadamente a pelo menos 1,5%, em particular 2%, notadamente superior ou igual a 2,5% ou 3%. Um teor elevado de magnésia é favorável a um efeito cristalizante a baixa temperatura que se opõe a baixa de viscosidade geralmente observada à temperatura elevada, e

impede então a sinterização do material.

Uma seleção de composição vantajosa consiste em prever uma quantidade mínima requerida de magnésia ainda maior quando a quantidade de alumina é baixa.

5 Assim, quando a alumina está presente a razão de pelo menos 22% em peso, a quantidade de magnésia é preferivelmente de pelo menos 1%, vantajosamente da ordem de 1 a 4%, preferivelmente de 1 a 2%, em particular de 1,2 a 1,6%. O teor de alumina está de preferência limitado a 25% para
10 conservar uma temperatura de líquidos suficientemente baixa. Quando a alumina está presente em quantidade menor, por exemplo da ordem de 17 a 22%, a quantidade de magnésia é preferivelmente de pelo menos 2%, notadamente da ordem de 2 a 5%.

A cal está vantajosamente presente a teores compreendidos entre 9,5 e 20%, preferivelmente entre 10 e 18%, e de maneira ainda mais
15 preferida um 11 a 16%.

A quantidade total de cal e magnésia pode ser vantajosamente da ordem de 14 a 20%, notadamente de 15 a 19%.

A quantidade total de óxidos alcalino-terrosos (cal, magnésia, óxidos de bário e de estrôncio) está de preferência compreendida entre 10 e
20 20%, notadamente de 12 a 18%.

A quantidade de sílica é vantajosamente da ordem de 35 a 50% em pesos, notadamente 37 a 48%, mais particularmente de 39 a 44%.

De acordo com modos de realização da invenção, a taxa de alcalino é de preferência inferior ou igual a 13,2%, até 13,0%, notadamente da
25 ordem de 10 a 12,5%, em particular 10,2 a 12% ou menos. A soda, como o potássio, pode estar cada um presente à razão de 3 a 9% em peso.

Nesta gama de teor de alcalinos, revela-se vantajoso escolher uma relação de proporções entre os alcalinos e a alumina, tal como a relação molar R_2O/Al_2O_3 for inferior a 1, em particular a 0,9, notadamente de no

máximo 0,8, em particular de no máximo 0,75.

Quando a relação molar for superior a 0,9, é preferível que o teor de magnésia seja suficientemente elevado para produzir um efeito cristalizante a baixa temperatura, por exemplo de pelo menos 2%, ou de pelo menos 2,5%, falta do que se obteriam temperaturas de transição vítrea muito baixas, com um efeito nefasto sobre o comportamento a temperatura muito elevada.

Uma relação molar R_2O/Al_2O_3 inferior a 0,9 produz um efeito favorável sobre o refratário, em particular a baixa temperatura, então sobre o ponto de amolecimento e a temperatura de sinterização.

Neste domínio de composições, conserva-se no entanto um desvio suficientemente grande entre a temperatura que corresponde à viscosidade da conversão em fibra e a temperatura de líquidos da fase que cristaliza e assim de boas condições de conversão em fibra.

O óxido de ferro presente na composição tem um impacto positivo na nucleação ou no crescimento de germes a baixa temperatura ao mesmo tempo limitando o líquido. Entretanto, sua quantidade é, preferivelmente, limitada para não prejudicar a biossolubilidade em meio ácido. De acordo com um modo de realização preferido da invenção, as composições possuem taxas de óxido de ferro compreendidas entre 2 e 6%, preferivelmente da ordem de 3 a 6%.

O óxido de titânio procura um efeito bastante sensível sobre a nucleação à alta e baixa temperatura de espinélios na matriz vítrea. Um teor da ordem de 1% ou menos pode se revelar vantajoso.

P_2O_5 pode ser utilizado, a teores compreendidos entre 0 e 3%, notadamente entre 0,1 e 1,2% para aumentar o biossolubilidade com pH neutro.

Outros óxidos tais como BaO, SrO, MnO, Cr_2O_3 , ZrO_2 , podem estar presentes na composição, em um teor total máximo 5%, ou mesmo 2% e

mesmo 1%.

A diferença entre a temperatura que corresponde a uma viscosidade de $10^{2,5}$ peso (decipascal.segundo), denotado $T_{\log 2,5}$ e de líquidos da fase que cristaliza, denotada T_{Liq} é de preferência de pelo menos 10°C . Esta diferença, $T_{\log 2,5} - T_{Liq}$ define o “patamar de trabalho” das composições da invenção, ou seja, a gama de temperaturas na qual se pode converter em fibra, por centrifugação interna muito particularmente. Esta diferença se estabelece de preferência a pelo menos 20 ou 30°C , e mesmo mais de 50°C , notadamente mais de 100°C .

As composições de acordo com a invenção têm temperaturas de transição vítrea elevadas, notadamente superiores a 600°C . Sua temperatura de annealing (denotada $T_{\text{Annealing}}$, conhecida igualmente sob o nome de “temperatura de recozimento”) é notadamente superior a 600°C .

As lãs minerais, como mencionadas acima, apresentam um nível de biossolubilidade satisfatório notadamente com pH ácido. Elas apresentam assim geralmente uma velocidade de dissolução, notadamente medida sobre a sílica, de pelo menos 30, preferivelmente de pelo menos 40 ou 50 ng/cm^2 por hora medida a pH 4,5 de acordo com um método similar ao descrito na norma NF T 03-410.

Outra vantagem muito importante da invenção tratou com a possibilidade de utilizar matérias primas baratas para obter a composição destes vidros. Estas composições podem notadamente resultar da fusão de rochas, por exemplo do tipo das fonolitas, com um portador de alcalino-terrosos, por exemplo calcário ou dolomita, completados se necessário por minério de ferro. Obtém-se por este meios um portador de alumina com custo moderado.

Este tipo de composição, com taxas de alumina e taxas de alcalinos elevados pode ser fundido vantajosamente em fornos vítreos com chama ou com energia elétrica.

A invenção tem igualmente por objeto um processo de obtenção das lãs minerais de acordo com a invenção, compreendendo uma etapa de formação das fibras e depois uma etapa de aporte, notadamente por pulverização ou impregnação de uma solução, de pelo menos de um composto do fósforo sobre a superfície das referidas fibras.

A invenção tem ainda por objeto um produto de isolamento térmico e/ou acústico que compreende pelo menos uma lã mineral de acordo com a invenção.

A invenção refere-se igualmente à utilização da lã mineral descrita acima em sistemas construtivos resistentes ao fogo.

Denomina-se “sistemas construtivos resistentes ao fogo” dos sistemas, compreendendo geralmente agrupamento de materiais, notadamente à base de lã mineral e de placas metálicas, susceptíveis de retardar de maneira eficaz a propagação do calor bem como assegurar uma proteção às chamas e gases quentes e de conservar uma resistência mecânica durante um incêndio.

Testes normalizados definem o grau de resistência ao fogo, expresso notadamente como o tempo necessário para que uma temperatura dada seja atingida do lado oposto do sistema construtivo submetido a um fluxo de calor, libertado por exemplo pela chama de um queimador ou um forno elétrico.

Considera-se que um sistema construtivo apresenta uma capacidade de resistir ao fogo satisfatória, notadamente se é susceptível de responder às exigências de um dos ensaios seguintes:

- Teste para porta corta-fogo: ensaios sobre placas de fibras minerais tal como definida na norma alemã DIN 18 089 - Teil 1 (ou equivalente).

- Comportamento ao fogo de material e de elementos para a construção tal como foi definido na norma alemã DIN 4102 (ou equivalente). Considera-se notadamente a norma DIN 4102 - Teil 5 para os testes em

grandeza natural a fim de determinar a classe de resistência ao fogo, e/ou a norma DIN 4102 - Teil 8 para os testes sobre amostras com um pequeno banco de ensaio.

- Teste de acordo com o ensaio normalizado OMI A 754 (18) (ou equivalente) que descreve as exigências gerais de ensaios de resistência ao fogo para as aplicações do tipo “marinho”, notadamente as compartimentações de embarcações. Estes ensaios são praticados sobre amostras de grande tamanho, com fornos de 3 m por 3 m. Pode-se citar, por exemplo, o caso de uma ponte de aço onde o desempenho requerido no caso de um fogo do lado isolante é satisfazer o critério de isolamento térmico durante pelo menos 60 minutos.

Outros detalhes e características vantajosas surgirão da descrição a seguir de modos realização preferidos não limitativos.

A tabela 1 a seguir agrupa as composições de fibras, em porcentagens ponderais, de 60 exemplos.

A linha “impurezas” corresponde às impurezas inevitáveis que provêm das matérias primas, dos agentes refinadores os materiais resistentes ao calor em contacto com o vidro fundido, tratados globalmente. Somente seu teor total é indicado, este título meramente indicativo, pois nem seu teor, em geral inferior 2%, até a 1%, nem sua natureza, não afetam a maneira cujos exemplos de acordo com invenção resolvem o problema colocado.

As composições de acordo com estes exemplos são adaptadas à conversão em fibra por centrifugação interna, em particular de acordo com o ensinamento da patente WO 93/02977 pré-citada.

Seus patamares de trabalho, definidos pela diferença $T_{\text{Log2,5}} - T_{\text{Liq}}$ são largamente positivos notadamente superior a 50°C, até mesmo 100°C, e mesmo superiores a 150°C.

As temperaturas de líquidos são pouco elevadas, notadamente inferiores ou iguais a 1200°C e mesmas 1150°C.

As temperaturas que correspondentes às viscosidades de $10^{2,5}$ peso ($T_{Log2,5}$) são compatíveis com a utilização de equilíbrio de conversão em fibra elevada de temperatura notadamente nas condições de uso descritas no pedido WO 93/02977.

5 As composições preferidas são notadamente aquelas onde $T_{Log2,5}$ é inferior a 1350°C , de preferência inferior a 1300°C .

A tabela 1 indica igualmente a temperatura de annealing (expressa em $^{\circ}\text{C}$) e a velocidade de dissolução das fibras com pH 4,5 (expresso em $\text{ng}/\text{cm}^2\cdot\text{h}$). Esta última grandeza, medida de acordo com o
10 protocolo indicado na norma NF T 03- 410, é superior a $30 \text{ ng}/\text{cm}^2\cdot\text{h}$.

Para ilustrar a presente invenção, diferentes compostos do fósforo foram acrescentados durante o processo de conversão em fibra, por pulverização, em uma zona situada após a zona de estiramento das fibras a partir do vidro fundido, e antes da zona de recepção da lã mineral. Denomina-
15 se “adjuvantes”, os compostos adicionados nesta zona de pulverização, os quais adjuvantes podem ser trazidos simultaneamente ou de maneira separada.

A composição do exemplo 45 da tabela 1 foi convertida em fibra por centrifugação interna em ou sem presença de diversos compostos à base de fósforo, para obter colchões de lã mineral e os resultados de ensaios
20 mecânicos e de estabilidade térmica são apresentados na tabela 2. e

Nestes ensaios, o adjuvante compreende um ligante a base de resina e para alguns exemplos um composto do fósforo adicionado a este ligante e pulverizado no mesmo tempo que ele.

Os ligantes, a base de resina, bem conhecidos no domínio das
25 lãs minerais, têm por função dar uma resistência mecânica desejada aos colchões de fibras. No quadro dos presentes ensaios um ligante padrão a base de resina formofenólica e de uréia foi empregada. Outros tipos de composições de encolamento, em particular isentos formaldeído, podem naturalmente ser igualmente empregadas, sozinhas ou em mistura. Pode

tratar-se por exemplo:

- 5 - de composições a base de resina epóxi do tipo éter glicídico e de um endurecedor aminado não volátil (descritos no pedido EP-A-O 369 848), que podem igualmente compreender um acelerador escolhido dentre as imidazolas, as imidazolininas e as suas misturas,
- de composições que compreendem um poliácido carboxílico e um poliálcool, de preferência associado a um catalisador do tipo sal de metal alcalino de ácido orgânico fosforado (descritos no pedido EP-A - 0.990 727),
- 10 - composições que compreendem um ou vários compostos que contêm uma função carboxílica e/ou uma função β -hidroxialquilamida (descritas no pedido WO-A-93/36368),
- composições que encerram sejam um ácido carboxílico e uma alcanolamina, seja uma resina de previamente sintetizada a partir de um ácido carboxílico e de um alcanolamida, e um polímero que contém um grupo
- 15 carboxílico (descritos no pedido EP-A-1 164 163),
- composições de encolamentos preparadas em duas etapas que consistem em misturar um anidrido e uma amina em condições reativas até que este anidrido esteja solubilizado substancialmente na amina e/ou reagido com ela, e depois acrescentar água e terminar a reação (descritos no pedido
- 20 EP-A-1 170 265),
- composições que contêm uma resina que compreende o produto de reação não polimérico de uma amina com um primeiro anidrido e um segundo anidrido diferente do primeiro (descritos no pedido EP-A-1 086 932),
- 25 - composições que contêm pelo menos um poliácido carboxílico e pelo menos uma poliamina,
- composições que compreendem copolímeros de ácido carboxílico e monômeros que contêm funções álcool tais como descritas no pedido US 2005/038193,

- composições que compreendem polióis e poliácidos ou polianidridros como o ácido maleico, descritas por exemplo no pedido WO 2005/87837 ou na patente US 6706808.

Estes pedidos ou patentes EP-A-O 369 848, EP-A- 0 990 727,
5 WO-A- 93/36368, EP-A-1 164 163, EP-A-1 170 265, EP-A-1 086 932, US
2005/038193, WO 2005/87837, US 6706808 são incorporados por referência
ao presente pedido, bem como os pedidos WO 04/007395, WO 2005/044750,
WO 2005/121191, WO 04/094714, WO 04/011519, US 2003/224119, US
2003/224120.

10 Resinas do tipo aminoplástico (melamina-formol ou uréia-
formol) podem igualmente ser empregadas no quadro da invenção.

O exemplo comparativo A não compreende compostos do
fósforo e não compreende senão o ligante à base de resina a título de
adjuvante.

15 Para os outros exemplos, os compostos do fósforo empregados
são em número de seis. Os três primeiros são fosfatos ou polifosfatos minerais
bastante similares aos descrito no pedido WO 01/68546 e são empregados nos
exemplos comparativos B, C e D. Estes são: - o metafosfato de sódio; o
exemplo comparativo B o contém em um teor de 0,2%.

20 - um agente ignífugo de nome comercial "Exolit AP 462" e
produzido pela empresa Clariant GmbH. A base de polifosfato de amônio e de
melamina é empregada notadamente para melhorar a resistência ao fogo de
polímeros (poliuretanos, resinas epóxi) e apresenta uma solubilidade à água
muito baixa; o exemplo comparativo C o contém em um teor de 0,2%.

25 - um agente ignífugo de nome comercial "R.F. CROS 489"
comercializado pela empresa Buddenheim (n° CAS 68333-79-9). Este
produto é um polifosfato de amônio que contém 64% de fosfato expresso sob
forma P₂O₅. O exemplo comparativo D o contém em 0,2%.

Os três outros compostos do fósforo são compostos

“organofosforados” empregados no âmbito da presente invenção. São:

5 - um agente ignífugo de nome comercial “Exolit OP 550” e produzido pela empresa Clariant GmbH. A base de oligômero do tipo poliéster fosfórico, é sobretudo empregada como agente de proteção dos poliuretanos contra o fogo. Os exemplos de acordo com a invenção E, F, e G contêm respectivamente 0,3%, 0,5% e 0,7% em relação massa à total das fibras.

10 - um agente ignífugo de nome comercial “Exolit OP 560” e produzido pela empresa Clariant GmbH. A base de oligômero do tipo poliéster fosfônico, sobretudo é empregada como agente de proteção dos poliuretanos contra o fogo. O exemplo de acordo com a invenção H o contém em 0,5%.

15 - um agente ignífugo de nome comercial “Fyrol PNX” comercializado pela empresa Akzo Nobel, contendo 19% de P_2O_5 . Trata-se de um oligômero do tipo poliéster fosfórico de fórmula (3) no qual n varia entre 2 e 20, R_6 , R_7 e R_8 são grupos etila, e R_5 é um grupo etileno (número CAS 184538-58-7). O exemplo de acordo com a invenção I o contém em 0,8%.

Estes 3 compostos compreendem em sua cadeia principal átomos de fósforo e de entidades carbonadas, em particular de tipo alquila.

20 Dentre outros exemplos de compostos do fósforo de acordo com a invenção figuram os produtos Budit 341 ou 3118F comercializados pela empresa Buddenheim. A mistura de ésteres fosfônicos cíclicos comercializada sob a marca AMGARD® TC e CU pela empresa Rhodia é de modo igual particularmente interessante. Este produto, utilizado como
25 retardador de fogo para os têxteis à base de poliéster, apresenta com efeito uma estabilidade mais elevada que o produto Exolit OP 550 à temperatura de estufa, e permite assim obter melhores propriedades mecânicas antes de envelhecimento. O seu teor de P_2O_5 é de cerca de 20%.

A tabela 2 apresenta para o conjunto destes ensaios a

resistência mecânica inicial dos produtos de lã mineral obtidas bem como a perda da sua resistência mecânica (em porcentagens relativas) após envelhecimento em autoclave a 105°C sob uma pressão de 1,5 bars durante 15 minutos, e para alguns destes ensaios ao abaixamento em 1000°C, de acordo com o projeto de norma “Materiais isolantes: estabilidade térmica”(Insulating materials: Thermal stability) pré-citado.

A resistência mecânica é medida antes e após envelhecimento em autoclave por ensaios de tração realizados sobre amostras na forma de anéis recortados nos produtos fibrosos de uma densidade de 14kg/m³. De acordo com este teste, dois pinos são introduzidos no centro do anel e afastados à velocidade constante até a ruptura da amostra. Esta resistência, expressa em N/g, corresponde à força de ruptura trazida à massa da amostra. O teste é repetido nas 20 amostras, a média dos resultados obtidos sendo indicada na tabela.

15 Tabela 2

		Resistência mecânica (N/g)	Perda de resistência mecânica após envelhecimento acelerado (%)	Slump at 1000°C (%)
Exemplos comparativos	A	2,7	28	89
	B	2,6	44	40
	C	2,3	36	
	D	2,8	39	
Exemplos de acordo com a invenção	E	3,1	22	40
	F	3,2	29	
	G	3,3	17	
	H	3,1	28	
	I	3,0	27	30

Estes resultados mostram claramente que as adições de compostos do fósforo como esses descritos na técnica anterior (exemplos B, C e D) não melhoram ou degradam as propriedades de resistência mecânica inicial (em saída da estufa) e além disso degrada fortemente a variação destas propriedades no tempo em relação ao caso onde nenhum composto fosforado é acrescentado (exemplo A).

Em contrapartida, a utilização de compostos do fósforo no

quadro da presente invenção por um lado melhora as propriedades mecânicas iniciais do produto e por outro lado não degradam a evolução destas propriedades após envelhecimento acelerado (exemplos F, H e I) nem mesmo as melhora (exemplos E e G).

5 Sem querer estar ligado a qualquer teoria científica, o efeito benéfico da adição dos compostos de acordo com a invenção parece ser devido à ausência de liberação de compostos ácidos, tais como o ácido fosfórico e/ou o anidrido fosfórico durante o tratamento em estufa de polimerização da resina do ligante e durante o tratamento de envelhecimento
10 acelerado do produto acabado. Parece com efeito que a liberação de compostos ácidos provoca uma diminuição da adesão entre o ligante e as fibras de vidro e/ou um ataque da superfície das fibras. De resto foi demonstrado independentemente da presente invenção que a adição de uma base (como MgO) como adjuvante suplementar permite neutralizar os ácidos
15 formados durante esta etapa de polimerização do ligante e procura vantagens sobre a evolução das propriedades mecânicas no tempo dos produtos assim formados.

 O efeito benéfico dos tipos de fosfato (exemplos comparativos B ou de acordo com a invenção, E e I) sobre a estabilidade térmica é
20 igualmente confirmado, a diminuição a 1000°C sendo pelo menos dividida por dois em relação a esta das fibras sem compostos do fosfato.

Tabela 1

	Ex, 1	Ex, 2	Ex, 3	Ex, 4	Ex, 5	Ex, 6	Ex, 7	Ex, 8	Ex, 9
SiO ₂	47,7	42,6	44,4	45,2	45,4	43,9	44,2	43,8	46,1
Al ₂ O ₃	18,6	18,1	17,3	17,2	18,1	17,6	17,6	17,6	17,4
CaO	6,2	22,7	21,7	15,3	13,5	15	13,3	14,2	13,2
MgO	7,1	0,2	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Na ₂ O	8,0	6,3	6,0	6,2	6,5	6,40	6,3	6,4	6,3
K ₂ O	5,2	7,4	7,1	7,8	8,1	7,6	7,9	7,9	7,8
Fe ₂ O ₃	7,2	2,5	3	6,6	7,3	8,4	9,8	9,2	8,3
Impurezas	0	0,2	0,1	1,2	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4
SiO ₂ + Al ₂ O ₃	66,3	60,7	61,7	62,4	63,5	61,5	61,8	61,4	63,5
Na ₂ O + K ₂ O	13,2	13,7	13,1	14	14,6	14,2	14,2	14,3	14,1
(Na ₂ O + K ₂ O)/ Al ₂ O ₃	0,71	0,76	0,76	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
T _{log2,5} (em °C)	1293	1239	1230	1248	1280	1270	1285	1275	1310
T _{liq} (em °C)	1260	1200	1190	1160	1160	1120	1100	1110	1140
T _{log2,5} - T _{liq} (em °C)	+ 33	+ 39	+40	+ 88	+ 120	150	185	165	170
T _{recombinação} (em °C)	622	658		634	631	618			
Taxa de dissolução em pH = 4,5 (em ng/cm ² per h)	≥ 30	≥ 30	≥ 30	107	107	45	≥ 30	≥ 30	≥ 30

REIVINDICAÇÕES

1. Lã mineral, estável termicamente, suscetível de se dissolver em um meio fisiológico, que compreende fibras cujos constituintes são mencionados, a seguir de acordo com as porcentagens ponderais seguintes:

5	SiO ₂	35-60%, de preferência	39-55%
	Al ₂ O ₃	12-27% -	16-25%
	CaO	0-35%,	3-25%
	MgO	0-30%,,	0-15%
	Na ₂ O	0-17%,	6-12%
10	K ₂ O	0-17%,	3-12%
	R ₂ O (Na ₂ O + K ₂ O)	10-17%,	12-17%
	P ₂ O ₅	0- 5%,	0- 2%
	Fe ₂ O ₃	0-20%,	
	B ₂ O ₃	0- 8%,	0- 4%
15	TiO ₂	0- 3%,	

e pelo menos um composto do fósforo, suscetível de reagir a uma temperatura inferior a 1000°C com as referidas fibras para formar um revestimento na superfície das referidas fibras, caracterizada pelo fato de que o teor do dito composto de fósforo, expresso em massa de átomos de fósforo, varia de 0,0005%, notadamente mais de 0,01% a 1%, notadamente menos de 0,5% da massa total das fibras e em que um composto de fósforo é uma molécula na qual o(s) átomo(s) de fósforo é(são) ligado(s) a pelo menos a um átomo de carbono, diretamente ou por meio de um átomo de oxigênio.

2. Lã mineral de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que compreende pelo menos um composto de fósforo escolhido dentre:

a) uma molécula que contém um único átomo de fósforo ligado a pelo menos um átomo de carbono, unicamente por meio de um átomo de oxigênio;

b) uma molécula que contém um único átomo de fósforo ligado diretamente pelo menos a um átomo de carbono.

3. Lã mineral de acordo com a reivindicação precedente, caracterizada pelo fato de que compreende pelo menos um composto do fósforo (a) escolhido dentre: um mono-, di- ou tri-éster fosfórico, ou um éster fosfônico ou fosfínico não-substituído, os grupos carbonados destes ésteres compostos alquilas, arilas, acilas ou hidroxialquilas, podendo eventualmente ser de natureza oligomérica ou polimérica e/ou conter um ou vários heteroátomos escolhidos dentre N, O ou S.

4. Lã mineral de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que compreende pelo menos um composto de fósforo (b) escolhido entre um éster ou um ácido fosfônico ou fosfínico pelo menos parcialmente substituído ou um mono-, di- ou trióxido de fosfina, os diferentes grupos carbonados destes compostos alquilas, arilas, acilas ou hidroxialquilas, podendo eventualmente ser de natureza oligomérica ou polimérica e/ou conter um ou vários heteroátomos escolhidos dentre N, O ou S.

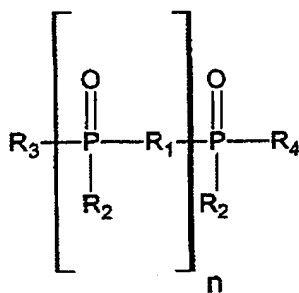
5. Lã mineral de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que compreende pelo menos um composto de fósforo que é uma molécula constituída de vários compostos de tipo (a) ou (b) de acordo com as reivindicações 2 a 4, idênticos ou diferentes, ligados entre si por ligações covalentes.

6. Lã mineral de acordo com a reivindicação precedente, caracterizada pelo fato de que compreende pelo menos um composto de fósforo que é uma molécula oligômera ou polímera cujo número de motivos constitutivos está compreendido de preferência entre 2 e 100, notadamente 2 e 50, ou mesmo entre 2 e 10.

7. Lã mineral de acordo com a reivindicação 5 ou 6, caracterizada pelo fato de que compreende pelo menos um composto de

fósforo que contém uma maioria de átomos de fósforo ligados entre si através de uma entidade carbonada.

8. Lã mineral de acordo com a reivindicação precedente, caracterizada pelo fato de que compreende pelo menos um composto de fósforo que pode ser representado de acordo com a fórmula geral (1) seguinte:



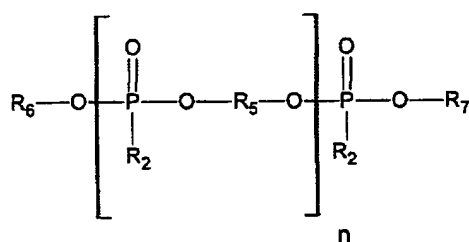
(1)

na qual:

n está compreendido entre 1 e 100, preferivelmente entre 1 e 50, notadamente entre 2 e 10,

- os substituintes R₁ a R₄ são entidades majoritariamente carbonadas idênticas ou diferentes, preferivelmente do tipo alquila, arila, acila ou hidroxialquila eventualmente ramificadas, que podem eventualmente ser de natureza oligomérica ou polimérica e/ou conter um ou vários heteroátomos escolhidos dentre N, O, S ou P.

9. Lã mineral de acordo com a reivindicação precedente, caracterizada pelo fato de que compreende pelo menos um composto de fósforo que é um oligômero ou um polímero do tipo poliéster fosfônico de fórmula geral (2) seguinte:



(2)

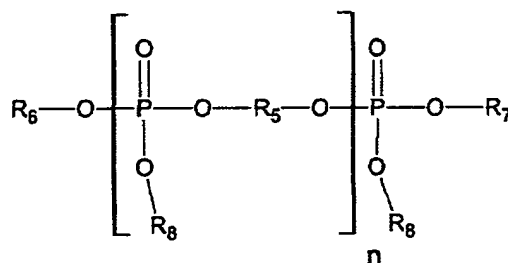
na qual:

- o comprimento n da cadeia é compreendido entre 1 e 100,

preferivelmente entre 1 e 50, notadamente entre 2 e 10

5 - os substituintes R_2 e R_5 a R_7 são entidades majoritariamente carbonadas idênticas ou diferentes, preferivelmente do tipo alquila, arila, acila ou hidroxialquila eventualmente ramificadas, que podem eventualmente ser de natureza oligomérica ou polimérica e/ou conter um ou vários heteroátomos escolhidos dentre N, O, S ou P.

10 10. Lã mineral de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que compreende pelo menos um composto de fósforo que é um oligômero ou um polímero do tipo poliácido ou poliéster fosfórico de fórmula geral (3) seguinte:



(3)

na qual:

- o comprimento n da cadeia está compreendido entre 1 e 100, preferivelmente entre 1 e 50, notadamente entre 2 e 10

15 - os substituintes R_5 a R_8 são entidades majoritariamente carbonadas idênticas ou diferentes, preferivelmente do tipo alquila, arila, acila ou hidroxialquila eventualmente ramificadas, que podem eventualmente ser de natureza oligomérica ou polimérica e/ou conter um ou vários heteroátomos escolhidos dentre N, O, S ou P.

20 11. Lã mineral de acordo com uma das reivindicações 4 a 10, caracterizada pelo fato de que compreende pelo menos um composto de fósforo que é obtido por uma reação de esterificação ou transesterificação entre ácidos ou ésteres respectivamente fosfônicos e fosfóricos e polióis (em particular dióis), poliácidos (em particular diácidos) ou compostos epóxi.

12. Lã mineral de acordo com a reivindicação precedente,

caracterizada pelo fato de que compreende pelo menos um composto de fósforo que é obtido por reação entre melação e ácidos ou ésteres fosfóricos ou fosfônicos.

13. Lã mineral de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que compreende fibras cujos constituintes são mencionados a seguir, de acordo com as porcentagens ponderais seguintes:

	SiO ₂	39-55%,	de preferência	40-52%
	Al ₂ O ₃	16-27%,	-	16-25%
10	CaO	3-35%,	-	10-25%
	MgO	0-15%,	-	0-10%
	Na ₂ O	0-15%,	-	6-12%
	K ₂ O	0-15%,	-	3-12%
	R ₂ O(Na ₂ O + K ₂ O)	10-17%,	-	12-17%
15	Fe ₂ O ₃	0-15%,		
	B ₂ O ₃	0- 8%,	-	0- 4%
	TiO ₂	0- 3%,		

MgO sendo compreendido entre 0 e 5%, notadamente entre 0 e 2% quando R₂O ≤ 13,0%.

14. Lã mineral de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que compreende fibras cujos constituintes são mencionados a seguir, de acordo com as porcentagens ponderais seguintes:

	SiO ₂	39-55%,	de preferência	40-52%
25	Al ₂ O ₃	16-27%,	de preferência	16-26%
	CaO	6-20%,	de preferência	8-18%
	MgO	1- 5%,	de preferência	1- 4,9%
	Na ₂ O	0-15%,	de preferência	2-12%
	K ₂ O	0-15%,	de preferência	2-12%

	R ₂ O (Na ₂ O+K ₂ O)	10-14,7°	de preferência	10.13,5%
	P ₂ O ₅	0-3%,	notadamente	0- 2%
	Fe ₂ O ₃ (ferro total)	1,5-15%,	notadamente	3,2-8%
	B ₂ O ₃	0- 2%,	de preferência	0- 1%
5	TiO ₂	0-2%,	de preferência	0,4- 1%

15. Lã mineral de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que o teor de CaO está compreendido entre 9,5 e 20%, preferivelmente entre 10 e 18%.

10 16. Lã mineral de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que contem de 20 a 25% de alumina.

15 17. Lã mineral de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que contém pelo menos 2%, notadamente da ordem de 2 a 5%, de MgO, quando a alumina está presente à razão de menos de 22%, notadamente de 17 a 22%, e contém de 1 a 4%, preferivelmente de 1 a 2%, de MgO quando a alumina está presente à razão de pelo menos 22% em peso.

20 18. Lã mineral de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que a taxa de alcalino é preferivelmente inferior ou igual a 13,0%, notadamente de aproximadamente 10 a 12,5%, em particular 12% ou menos.

19. Lã mineral de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que a relação molar R₂O/Al₂O₃ é inferior a 0,9, notadamente de no máximo 0,8, em particular de no máximo 0,75.

25 20. Lã mineral de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que contém de 2 a 6% de óxido de ferro.

21. Lã mineral de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que contém 1% ou menos de óxido de

titânio.

22. Lã mineral de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que as fibras apresentam uma velocidade de dissolução de pelo menos de 30 ng/cm² por hora medida a pH 4,5.

23. Lã mineral de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que o vidro correspondendo às fibras pode ser convertido em fibra por centrifugação interna.

24. Lã mineral de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que o revestimento suscetível de se formar na superfície das fibras é constituído essencialmente de fosfato de alcalino-terroso.

25. Lã mineral de acordo com a reivindicação precedente, caracterizada pelo fato de que o fosfato de alcalino-terroso é um fosfato de cal.

26. Processo de obtenção das lãs minerais de acordo com uma das reivindicações precedentes caracterizado pelo fato de que compreende uma etapa de formação das fibras e depois uma etapa de aporte, notadamente por pulverização ou impregnação de uma solução, de pelo menos um composto do fósforo sobre a superfície das referidas fibras.

27. Utilização da lã mineral de acordo com uma qualquer das reivindicações de lã mineral precedentes caracterizada pelo fato de que é nos sistemas construtivos resistentes ao fogo.

28. Produto de isolamento térmico e/ou acústico caracterizado pelo fato de que compreende pelo menos uma lã mineral de acordo com uma das reivindicações de lã mineral precedentes.

RESUMO

“LÃ MINERAL, PROCESSO DE OBTENÇÃO DE LÃS MINERAIS, UTILIZAÇÃO DE UMA LÃ MINERAL E PRODUTO DE ISOLAMENTO TÉRMICO E/OU ACÚSTICO”

5 A invenção tem por objeto uma lã mineral, estável termicamente, susceptível de dissolver-se em um meio fisiológico, compreendendo fibras cujos constituintes são mencionados a seguir, de acordo com as porcentagens ponderais seguintes: SiO₂ 35-60%, preferivelmente 39-55% Al₂O₃ 12-27%, - 16-25% CaO 0-35%, - 3-25% MgO
10 0-30%, - 0-15% Na₂O 0-17%, - 6-12% K₂O 0-17%, - 3-12% R₂O (Na₂O + K₂O) 10-17%, - 12-17% P₂O₅ 0-5%, - 0-2% Fe₂O₃ 0-20%, B₂O₃ 0-8%, - 0-4% TiO₂ 0-3%, e pelo menos um composto do fósforo susceptível de reagir a uma temperatura inferior a 1000°C com as referidas fibras para formar um
15 revestimento na superfície das referidas fibras, caracterizada pelo fato de que o teor do composto do fósforo, expresso em massa de átomos de fósforo, varia de 0,0005%, notadamente mais de 0,01% para 1%, notadamente menos de 0,5% da massa total das fibras, e que um composto do fósforo é uma molécula na qual o átomo (s) de fósforo é (são) ligado (s) pelo menos um átomo de carbono, diretamente ou por meio de um átomo de oxigênio.