



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

(11) PI 0414967-0 B1



* B R P I 0 4 1 4 9 6 7 B 1 *

(22) Data do Depósito: 04/10/2004

(45) Data de Concessão: 19/07/2016

(54) Título: LÃ MINERAL

(51) Int.Cl.: C03C 13/06

(30) Prioridade Unionista: 06/10/2003 EP 03292463.1, 07/01/2004 FR 0400084

(73) Titular(es): SAINT-GOBAIN ISOVER

(72) Inventor(es): JEAN-LUC BERNARD, ERIC BOCQUET

“LÃ MINERAL”

[0001] A presente invenção se refere ao domínio das lãs minerais artificiais. Ela visa mais particularmente às lãs minerais destinadas a fabricar materiais de isolamento térmico e/ou acústico.

[0002] Ela se interessa mais particularmente pelas lãs minerais do tipo lã de rocha, ou seja, cujas composições químicas acarretam uma temperatura de liquidus elevada e uma grande fluidez na sua temperatura de formação de fibra, associados a uma temperatura de transição vítreia elevada.

[0003] Convencionalmente, este tipo de lã mineral é transformado em fibra por processos de centrifugação ditos «externos», por exemplo, do tipo daqueles que utilizam uma cascata de rodas de centrifugação alimentadas em material fundido por um dispositivo de distribuição estático, como descrito notadamente nas patentes EP-0 465 310 ou EP-0 439 385.

[0004] O processo de formação de fibra por centrifugação dito “interno”, ou seja, que recorre a centrifugadores que giram em grande velocidade e perfuradas por orifícios, é por outro lado, convencionalmente reservada à formação de fibra de lã mineral de tipo lã de vidro, esquematicamente de composição relativamente rica em óxidos alcalinos e de baixa taxa de alumina, de temperatura de liquidus menos elevada e cuja viscosidade na temperatura de liquidus é maior que aquela da lã de rocha ou de basalto. Este processo é notadamente descrito nas patentes EP-0 189 354 ou EP-0 519 797.

[0005] Soluções técnicas que permitem adaptar o processo de centrifugação interna à formação de fibra da lã de rocha são conhecidas notadamente de WO-93/02977, pela modificação da composição do material constitutivo dos centrifugadores e de seus parâmetros de funcionamento. Esta adaptação permite então combinar propriedades que não eram até agora inerentes senão para um ou outro dos dois tipos de lã, rocha ou vidro. Assim, a lã de rocha obtida por centrifugação interna é de uma qualidade comparável à da lã de vidro, com uma taxa de partículas não transformadas em fibras menor que a lã de rocha obtida convencionalmente. Ela conserva, entretanto, as duas vantagens chaves ligadas à

sua natureza química, a saber, um baixo custo de materiais químicos e uma resistência em temperatura elevada.

[0006] Aos critérios de qualidade e de viabilidade industrial e econômica, adicionam-se desde há alguns anos um caráter biodegradável da lã mineral, a saber, a capacidade desta última de se dissolver rapidamente em meio fisiológico, tendo em vista prevenir todo risco patogênico potencial ligado à acumulação eventual das fibras as mais finas no organismo por inalação, uma composição de lã mineral de tipo rocha adaptada em consequência foi proposta em WO 00/17117. Esta composição, detalhada abaixo, caracteriza-se pela associação de uma taxa de alumina elevada com uma quantidade de alcalinos (R_2O : soda e potassa) elevada:

SiO_2 39-55% de preferência 40-52%,
 Al_2O_3 , 16-27%, de preferência 16-25%,
 CaO 3-35%, de preferência 10-25%,
 MgO 0-15%, de preferência 0-10%,
 Na_2O 0-15%, de preferência 6-12%,
 K_2O 0-15%, de preferência 3-12%,
 R_2O (Na_2O + K_2O) 10-17%, de preferência 12-17%,
 P_2O_5 0-3%, notadamente 0-2%
 Fe_2O_3 (ferro total) 0-15%,
 B_2O_3 0-8%, de preferência 0-4%,
 TiO_2 0-4%.

onde MgO está compreendido entre 0 e 5% quando $R_2O \leq 13,0\%$.

[0007] Esta escolha de composição que privilegia a capacidade de dissolução em meio fisiológico traduz-se de fato por um enfraquecimento do caráter refratário da lã de rocha, que é suscetível de limitar suas propriedades a temperatura muito alta.

[0008] Em um modo de realização, as composições possuem taxas de óxido de ferro compreendidas entre 5 e 12%, notadamente entre 5 e 8%, o que pode permitir obter um teor de ferro dos colchões de lã mineral, propriedade típica da lã de rocha tradicional.

[0009] Todavia, esta propriedade não é ilustrada: apenas figuram informações sobre a temperatura de annealing, que é indicativa do domínio de temperatura de serviço do material, mas não do comportamento ao fogo em alta temperatura (da ordem de 1000 °C).

[0010] A presente invenção tem por objetivo obter um domínio de composições de lâs minerais do tipo rocha, no qual as propriedades a alta temperatura, mais particularmente a resistência ao fogo, são maximizadas, enquanto conservam um caráter biodegradável e uma capacidade a ser transformada em fibra por centrifugação interna.

[0011] A invenção tem por objeto uma lâ mineral suscetível de se dissolver em um meio fisiológico, que compreende os constituintes abaixo de acordo com as porcentagens ponderais seguintes:

SiO₂ 39-44% de preferência 40-43%,
Al₂O₃, 16-27%, de preferência 16-26%,
CaO 6-20%, de preferência 8-18%,
MgO 1-5%, de preferência 1-4,9%,
Na₂O 0-15%, de preferência 2-12%,
K₂O 0-15%, de preferência 2-12%,
R₂O (Na₂O + K₂O) 10-14,7%, de preferência 10-13,5%,
P₂O₅ 0-3%, notadamente 0-2%,
Fe₂O₃ (ferro total) 1,5-15%, notadamente 3,2-8%,
B₂O₃ 0-2%, de preferência 0-1%,
TiO₂ 0-2%, de preferência 0,4-1%.

(na continuação do texto, toda porcentagem de um constituinte da composição deve ser compreendida como uma porcentagem ponderal).

[0012] A composição de acordo com a invenção repousa sobre a associação de uma taxa de alumina elevada, compreendida entre 16 e 27% de preferência superior a 17% e/ou de preferência inferior a 25% para uma soma de elementos formadores, sílica e alumina, compreendida entre 57 e 75%, de preferência superior a 60% e/ou de preferência inferior a 72%, com uma quantidade de alcalinos (R₂O: soda e

potassa) relativamente elevada, mas limitada entre 10 e 13,5%, com a magnésia em quantidade pelo menos igual a 1%.

[0013] Ainda que estas composições possam parecer próximas de composições conhecidas de WO-00/17117, elas apresentam um comportamento a temperatura muito alta notavelmente melhor.

[0014] Sem querer estar ligado por qualquer uma teoria científica, pareceria que este domínio de composição permite fazer nuclear germes de cristalização a baixa temperatura, que provocarão o aparecimento/o crescimento de cristais a uma temperatura suficientemente baixa ou o amolecimento ou a sinterização do material não pode ainda ter sido efetivo. Pode-se pensar que, cristalizando os componentes mais fusíveis que a composição vítreia global, a viscosidade do vidro residual aumenta e as forças de superfície envolvidas para a sinterização não são mais bastante elevadas para prevalecer sobre as forças de coesão viscosa.

[0015] De preferência, a alumina está presente à razão de 17 a 25,5%, notadamente 20 a 25%, em particular de 21 a 24,5% em peso, notadamente da ordem de 22 a 23 ou 24%.

[0016] 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 para um efeito cristalizante em baixa temperatura que se opõe à baixa de viscosidade geralmente observada a temperatura elevada, e impede então a sinterização do material.

[0017] Uma seleção de composição vantajosa consiste em prever uma quantidade mínima requerida de magnésia tanto maior que a quantidade alumina for baixa.

[0018] Assim, quando a alumina estiver presente à razão de pelo menos 22% em peso, a quantidade de magnésia é de preferência de pelo menos 1%, vantajosamente da ordem de 1 a 4%, de preferência de 1 a 2%, particularmente de 1,2 a 1,6%. O teor de alumina é de preferência limitado a 25% para conservar uma temperatura de liquidus suficientemente baixa. Quando a alumina estiver presente

em quantidade menor, por exemplo, da ordem de 17 a 22%, a quantidade de magnésia é de preferência de pelo menos 2%, notadamente da ordem de 2 a 5%.

[0019] A cal é vantajosamente presente em teores compreendidos entre 9,5 e 20%, de preferência entre 10 e 18%, e de modo ainda mais preferido de 11 a 16%.

[0020] A quantidade total de cal e de magnésia pode ser vantajosamente da ordem de 14 a 20 %, notadamente de 15 a 19%.

[0021] A quantidade total de óxidos alcalino-terrosos (cal, magnésia, óxidos de bário e de estrôncio) é de preferência compreendida entre 10 e 20%, notadamente de 12 a 18%.

[0022] A quantidade de sílica é vantajosamente da ordem de 40 a 43% em peso, e mais particularmente de 41 a 42%.

[0023] De acordo com modos de realização, a taxa de alcalinos é de preferência inferior ou igual a 13,2%, até 13,0%, notadamente da ordem de 10 a 12,5%, particularmente 10,2 a 12% ou menos. A soda, como a potassa, podem estar, cada uma, presentes à razão de 3 a 9% em peso.

[0024] Nesta gama de teores de alcalinos, revela-se vantajoso escolher uma relação de proporções entre os alcalinos e a alumina, tal que a relação molar R_2O/Al_2O_3 é inferior a 1, em particular a 0,9, notadamente de no máximo de no máximo 0,8, em particular de no máximo 0,75.

[0025] 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%, na falta de que se obteria temperaturas de transição vítreia muito baixas, com um efeito nefasto sobre o comportamento a temperatura muito alta.

[0026] Uma relação molar R_2O/Al_2O_3 inferior a 0,9 produz um efeito favorável sobre a refratariidade, em particular a baixa temperatura, então sobre o ponto de amolecimento e a temperatura de sinterização.

[0027] Neste domínio de composições, conserva-se, entretanto, um desvio suficientemente grande entre a temperatura correspondente à viscosidade da formação de fibra e a temperatura de liquidus da fase que cristaliza e assim boas

condições de formação de fibra.

[0028] O óxido de ferro presente na composição tem um impacto positivo sobre a nucleação ou o crescimento de germes em baixa temperatura enquanto limita o liquidus. Porém, sua quantidade é de preferência limitada para não penalizar a biossolvabilidade em meio ácido. De acordo com um modo de realização preferido da invenção, as composições possuem taxas de óxido de ferro compreendidas entre 3 e 6%, de preferência da ordem de 3 a 6%.

[0029] O óxido de titânio obtém um efeito muito sensível sobre a nucleação a alta e a baixa temperatura de espinélios na matriz vítreia. Um teor da ordem de 1% ou menos pode se revelar vantajoso.

[0030] O P_2O_5 pode ser utilizado, em teores compreendidos entre 0 e 3%, notadamente entre 0,1 e 1,2% para aumentar a biossolvabilidade em pH neutro.

[0031] Outros óxidos tais como BaO , SrO , MnO , Cr_2O_3 , ZrO_2 podem estar presentes na composição, cada um até teores de 2% aproximadamente.

[0032] A diferença entre a temperatura correspondente a uma viscosidade de $10^{2,5}$ poises (decipascal.segundo), denotada T_{log} e o liquidus da fase que cristaliza, denotado 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 transformar em fibra, por centrifugação interna muito particularmente. Esta diferença se estabelece de preferência a pelo menos 10, 20 ou 30 °C, de preferência 40 °C e mesmo a mais de 50 °C, notadamente mais de 100 °C.

[0033] As composições são bem adaptadas ao processo de formação de fibra por centrifugação interna, com uma viscosidade na temperatura de 1400 °C de mais de 70 poises, notadamente da ordem de 75 a 250 poises.

[0034] As composições de acordo com a invenção têm temperaturas de transição vítreia elevadas, notadamente superiores a 600 °C, em particular superiores ou iguais a 650 °C. Sua temperatura de annealing (denotada $T_{Annealing}$, conhecida igualmente sob o nome de ‘temperatura de recozimento’) é largamente superior a 600 °C, notadamente da ordem de 670 °C ou mais, freqüentemente de 700 °C ou mais.

[0035] A resistência ao fogo de produtos pode ser qualificada por uma medida de retração e/ou deformação por fluência do produto a uma temperatura acima de 700 °C até 1000 °C.

[0036] Ela é muito bem correlacionada à medida da retração por sinterização a alta temperatura sobre pó fino compactado. As composições de acordo com a invenção se caracterizam por uma retração a 700 °C de menos de 40%, notadamente da ordem de 20 a 40%, ou melhor, de menos de 20%, e por uma retração a 800 °C de menos de 90%, notadamente da ordem de 75 a 90%, ou melhor, de menos de 75%.

[0037] As lás minerais, como mencionadas acima, apresentam um nível de biossolvabilidade que satisfaz notadamente um pH ácido. Elas apresentam assim geralmente uma velocidade de dissolução, notadamente medida sobre a sílica, de pelo menos 30, de preferência de pelo menos 40 ou 50 ng/cm² por hora medida com pH 4,5 de acordo com um método similar àquele descrito na norma NF T 03-410.

[0038] Este tipo de composição, com taxa de alumina e com taxa de alcalinos elevadas pode ser vantajosamente fundida em fornos de fabricação de vidro por chama ou por energia elétrica.

[0039] A invenção se refere igualmente à utilização da lã mineral descrita em sistemas construtivos resistentes ao fogo.

[0040] Chama-se «sistemas construtivos resistentes ao fogo», sistemas que compreendem em geral agrupamentos de materiais, notadamente à base de lã mineral e placas metálicas, suscetíveis de retardar de modo eficaz a propagação do calor, assim como assegurar uma proteção às chamas e gases quentes e conservar uma resistência mecânica durante um incêndio.

[0041] 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, desprendido, por exemplo, pela chama de um queimador ou um forno elétrico.

[0042] Considera-se que um sistema construtivo apresenta uma capacidade de resistir ao fogo satisfatória, notadamente se ele for suscetível de responder às

exigências de um dos seguintes testes:

[0043] - Teste para porta corta-fogo: ensaios sobre placas de fibras minerais tal como definida na norma alemã DIN 18 089 – Teil 1 (ou equivalente).

[0044] - Comportamento ao fogo de material e de elementos para a construção tal como definido na norma alemã DIN 4102 (ou equivalente). Considera-se notadamente a norma DIN 4102 – Teil 5 para os testes em plena escala 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.

[0045] - Teste de acordo com o ensaio normalizado OMI A 754 (18) (ou equivalente) que descreve as exigências gerais de testes de resistência ao fogo para aplicações de tipo «marinha», notadamente os anteparos de embarcações. Estes ensaios são praticados em amostras de grande tamanho, com fornos de 3 m por 3 m. Pode-se citar, por exemplo, o caso de uma ponte de aço em que o desempenho requerido no caso de um fogo do lado isolante é de satisfazer o critério de isolamento térmico durante pelo menos 60 minutos.

[0046] Outros detalhes e características vantajosas aparecerão na descrição abaixo de modos de realização preferidos não limitativos.

[0047] A tabela 1 abaixo reagrupa as composições químicas de exemplos de acordo com a invenção, em que figuram igualmente as grandezas características seguintes:

[0048] - a temperatura do liquidus (T_{liq}) e as temperaturas em que a viscosidade é respectivamente igual a 103 poises (T_{log3}) e 102,5 poises ($T_{log 2,5}$) três temperaturas expressas em °C

[0049] - a viscosidade a 1400 °C

[0050] - a retração sobre pó a 700 °C e a 800 °C

[0051] - a temperatura de queda («annealing») e a temperatura de transição vítreia (TG).

[0052] Quando a soma de todos os teores de todos os compostos é ligeiramente inferior ou superior a 100%, é compreensível que a diferença para 100% corresponde à impurezas/componentes minoritários que não são sempre analisadas

ou não analisáveis no estado de traços e/ou não é devido senão a aproximação aceita neste domínio nos métodos de análise utilizados.

[0053] O teste de retração sobre pó visa quantificar a resistência à temperatura de uma composição por medida da densificação deste material tomado no estado de pó. O seu protocolo é o seguinte:

[0054] Tritura-se 160 g de composição em um triturador com anéis durante 8 minutos, e depois peneira-se o pó sobre uma peneira de 80 µm de abertura e depois sobre uma peneira de 40 µm de abertura durante 12 minutos. Mistura-se a parte de pó de granulometria inferior a 40 µm a 8% em peso de água, e fabrica-se uma pastilha a partir desta mistura. Coloca-se sobre um suporte de prensagem um corpo de pastilhador de diâmetro 190 mm revestido com carboneto de tungstênio e introduz-se o contra-pistão. Pesa-se e introduz-se 3,11 g da mistura pó/água no pastilhador, e depois se coloca o pistão e posiciona-se espaçadores de ajuste de 37 mm de altura entre o corpo do pastilhador e a parte superior do pistão. Prensa-se o pó cuidando para que a parte superior do pistão esteja em apoio sobre os espaçadores. Extrai-se uma amostra de 28 mm de altura e 10 mm de diâmetro. Coloca-se a amostra em um forno sobre um suporte plano, e leva-se o forno à temperatura de teste em uma faixa de funcionamento 700-1150 °C com uma rampa de 360 °C/h. Conserva-se o forno na temperatura de teste durante 16 h e deixa-se resfriar. Sobre a amostra resfriada, mede-se os diâmetros superior e inferior, a altura média, e deduz-se dela uma retração em volume expressa em %. Nota-se também o aspecto geral da amostra.

[0055] As composições de acordo com estes exemplos de acordo com o ensino podem ser transformadas em fibras por centrifugação interna, notadamente de acordo com o ensinamento da patente WO 93/02977 acima citada.

[0056] Seus patamares de trabalho, definidos pela diferença $T_{\text{Log} 2,5} - T_{\text{Liq}}$ são largamente positivos, notadamente superiores a 50 °C, ou mesmo 100 °C e mesmo superiores a 150 °C.

[0057] As temperaturas de liquidus são pouco elevadas, notadamente inferiores ou iguais a 1200 °C e mesmo 1150 °C.

- [0058]** As temperaturas que correspondem a viscosidades de $10^{2,5}$ poises ($T_{Log\ 2,5}$) são compatíveis com a utilização de fieiras de formação de fibra a alta temperatura notadamente nas condições de uso descritas no pedido WO 93/02977.
- [0059]** As composições preferidas são notadamente aquelas em que $T_{Log\ 2,5}$ é inferior a 1350 °C, de preferência inferior a 1300 °C.

| | COMP 1 | COMP 2 | EX 1 | EX2 | EX 3 | EX 4 | EX 5 | EX 6 | EX 7 |
|---|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|
| SiO ₂ | 45,7 | 42,4 | 42 | 41,9 | 43,3 | 42,4 | 42 | 43 | 43,1 |
| Fe ₂ O ₃ | 7,4 | 4,8 | 5,4 | 5 | 5 | 5,1 | 4,73 | 5 | 5 |
| Al ₂ O ₃ | 18,75 | 23,3 | 23,2 | 23,4 | 22,85 | 22,8 | 23,2 | 23 | 22,8 |
| CuO | 12 | 14,5 | 14,8 | 13,2 | 13,6 | 12,6 | 12,3 | 12,6 | 11,8 |
| mgO | 0,69 | 0,6 | 1,18 | 215 | 2,2 | 3,07 | 3,1 | 3,15 | 4 |
| Na ₂ O | 7,8 | 7,23 | 6,32 | 6,18 | 6-17 | 5,96 | 7,04 | 6,85 | 6,18 |
| K ₂ O | 5,1 | 4,84 | 4,51 | 5,25 | 4 | 5,08 | 5,3 | 4 | 5,54 |
| B ₂ O ₃ | 0 | | | | 0 | | | 0 | 0 |
| BaO | 0,4 | 0,35 | 0,28 | 0,32 | 0,33 | 0,3 | 0,33 | 0,34 | 0,33 |
| P ₂ O ₅ | 0,13 | 0,14 | 0,48- | 0,75 | 0,13- | 0,76- | 0,14 | 0,13 | 0,14 |
| TiO ₂ | 0,66 | 0,77 | 0,74 | 0,88 | 0,75 | 0,83 | 0,86 | 0,76- | 0,75 |
| R ₂ O = Na ₂ O + K ₂ O | 12,9 | 12,07 | 10,83 | 11,43 | 10,49 | 11,04 | 12,34 | 10,85 | 11,72 |
| R ₂ O / Al ₂ O ₃ (mol) | 0,979 | 0,735 | 0,659 | 0,677 | 0,661 | 0,671 | 0,747 | 0,678 | 0,709 |
| T Liquidus | 1147 | 1167 | 1140 | 1167 | 1170 | 1154 | 1204 | 1134 | 1174 |
| T _{log 3} | 1209 | | 1178 | 1204 | 1196 | 1197 | 1189 | 1195 | 1197 |
| T _{log 2,5} | 1294 | | 1274 | 1284 | 1279 | 1277 | 1279 | 1279 | 1281 |
| T _{log 2,5 - T_{liq}} | 147 | | 134 | 117 | 109 | 123 | 75 | 145 | 107 |
| Viscosidade 1400 °C | | 82,790 | 85,038 | | 77,938 | 82,936 | 81,283 | 83,980 | |
| Sinterização % 700 °C | 52 | 25 | 16 | 18 | 20 | 19 | 18 | 29 | 20 |
| Sinterização % A 800 °C | 81 | 91 | 75 | 52 | 65 | 53 | 54 | | |
| T _{recozimento} | 675 | 692 | 709 | 707 | 697 | 707 | 696 | | |
| T _G | 63,5 | 65,5 | 66,9 | 65,9 | 65,6 | 65,6 | 65,3 | | |

Tabela 1

| | EX 8 | EX 9 | EX 10 | EX 11 | EX 12 | EX 13 | EX 14 | EX 15 | EX 16 | EX 17 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
| SiO ₂ | 431 | 43 | 41,7 | 41,5 | 405 | 41,9 | 41,5 | 40,9 | 41,5 | 42,1 |
| Fe ₂ O ₃ | 5 | 5 | 4,87 | 5,18 | 4,6 | 4,5 | 5 | 4,43 | 5,3 | 4,7 |
| Al ₂ O ₃ | 22,9 | 23,35 | 24,5 | 245 | 249 | 23,9 | 25,8 | 24,7 | 25,25 | 23,5 |
| CaO | 11,75 | 10 | 14,3 | 14,17 | 13,7 | 13,25 | 12,4 | 12,5 | 10,17 | 13,22 |
| MgO | 4,2 | 4,2 | 1,1 | 1,65 | 2,02 | 2,075 | 3 | 306 | 5,15 | 2,05 |
| Na ₂ O | 6,8 | 6,6 | 5,15 | 515 | 5,27 | 5 | 6,3 | 4,43 | 6,35 | 6,88 |
| K ₂ O | 4 | 3,9 | 5,9 | 5,16 | 6 | 6,35 | 4 | 684 | 4,5 | 5,23 |
| B ₂ O ₃ | 0 | -1,5 | | | 0 | | 0 | | 0 | |
| BaO | 0,3 | 0,35 | 0,34 | 0,4 | 0,34 | 0,32 | 0,4 | 0,29 | 0,35 | 0,31 |
| P ₂ O ₅ | 0,13 | 0,13 | 0,16 | 0,63 | 0,76 | 0,75 | 0,1 | 0,75 | 0,11 | 0,14 |
| TiO ₂ | 0,76 | 0,84 | 0,93 | 0,33 | 0,98 | 0,73 | 0,27 | 0,99 | 0,2-7 | 084 |
| R ₂ O = Na ₂ O + K ₂ O | 10,8 | 10,5 | 11,05 | 10,31 | 11,27 | 11,35 | 10,3 | 11,27 | 12,11 | |
| R ₂ O/Al ₂ O ₃ (mol) | 0,678 | 0,646 | 0,607 | 0,574 | 0,609 | 0,632 | 0,570 | 0,595 | 0,723 | |
| T _{Liquidus} | 1156 | 1175 | 1167 | 1194 | 1182 | | 1154 | 1220 | | 1164 |
| T _{log 3} | 1190 | 1194 | 1217 | 1211 | 1199 | | 1214 | | | 1194 |
| T _{log 2,5} | 1273 | 1279 | 1298 | 1293 | 1285 | | 1297 | | | 1284 |
| T _{log 2,5 - T_{liq}} | 117 | 104 | 131 | 99 | 103 | | 143 | | | 120 |
| Viscosidade 1400 °C | 77,485 | 83,590 | 97,884 | 91,400 | 86,480 | | 97,263 | 89,6 | | 87190 |
| Sinterização % 700°C | 23 | 21 | 10 | 10 | 14 | 15 | 16 | 11 | 14 | 21 |
| Sinterização % A 800 °C | | | 75 | 41 | 39 | 63 | | 38 | | 56 |
| T reconhecimento | | | 722 | 712 | 710 | 713 | | 714 | | 698 |
| T _G | | | 677 | 675 | 869 | 667 | | 671 | | 659 |

Tabela 1(cont)

[0060] As composições dos exemplos 2, 10, 11, assim como do exemplo comparativo 2 são utilizadas para fabricar um colchão de lã mineral pela técnica de centrifugação interna. As características das fibras e do colchão são descritas na tabela 2 abaixo. A partir da composição do exemplo comparativo 2, dois colchões de estruturas diferentes foram fabricados, denominados respectivamente "COMP 2" e "COMP 2bis".

[0061] A finura das fibras é expressa de diferentes maneiras nesta tabela. Quando esta grandeza é expressa em 1/min, trata-se de uma medida efetuada de acordo com o processo de medida da finura de fibras minerais no pedido WO 03/098209. As outras finezas são valores de «micronaire», medidas em 5 g de fibras de acordo com um protocolo descrito na norma DIN 53941 ou ASTM D 1448.

[0062] Amostras deste colchão são retiradas e submetidas a um teste de estabilidade térmica em temperatura muito alta na qual se mede a queda das amostras de acordo com o procedimento definido sob o projeto de norma «Materiais isolantes: estabilidade térmica» (Insulating materials: thermal stability) tal como é proposto por NORDTEST (NT FIRE XX – NORDTEST REMISS N. 1114-93). Uma amostra de material isolante (notadamente de 25 mm de altura e de 25 mm de diâmetro) é introduzida em um forno que permite a observação da queda da amostra em função da temperatura ao contato da amostra. A temperatura do forno cresce de 5 °C por minuto, a partir da temperatura ambiente, até cerca de 1000 °C ou mais.

[0063] Denomina-se «espessura relativa», a espessura residual da amostra medida a uma temperatura dada, referida à espessura inicial da amostra (a temperatura ambiente). Denomina-se «taxa de queda» o valor: $1 - \text{«espessura relativa»}$, à temperatura dada.

[0064] Representou-se na figura 1 a evolução da espessura relativa de 4 amostras de lã mineral em função da temperatura. Constatase que a amostra do exemplo comparativo 2 sofre queda rapidamente a partir de 720 °C a 800 °C, e a espessura relativa é inferior a 25% após 850 °C.

[0065] Além disso, uma observação visual da amostra após teste mostra uma deformação pronunciada, de forma troncônica, com um diâmetro na parte alta de 6

mm e na parte baixa de 14 mm.

[0066] As amostras de lã mineral de acordo com a invenção apresentam uma queda nitidamente reduzida, conservando melhor sua forma com menos de perda dimensional radial em relação ao início do teste.

| | EX 2 | EX 10 | COMP 2bis | EX 11 | COMP 2 |
|--------------------------------|------------|------------|-----------|--------|---------|
| Finura das fibras | 12,9 1/min | 12,5 1/min | 13,11/min | 3,3/5g | 3,1 /5g |
| Densidade (kg/m ³) | 43,3 | 56,4 | 52,0 | 52,2 | 34,3 |
| T(°C) | 960 | 980 | 930 | 930 | 920 |
| % de queda | 63 | 60 | 78 | 59 | 75 |
| Diâm. Topo (mm) | 15 | 11 | 6 | 16 | 9 |
| Diâm.base (mm) | 21 | 20 | 14 | 22 | 19 |

TABELA 2

[0067] Convém notar que as lãs minerais de acordo com a invenção se aplicam em particular a sistemas construtivos tais como descritos acima, mas encontram também aplicações sob todas as formas conhecidas de material isolante destinado a equipar órgãos em condição extrema, como notadamente condutos industriais superaquecidos.

[0068] Assim, a invenção se refere igualmente a produtos isolantes sob a forma notadamente de colchão, rolos, painéis, cascas. Em particular, a invenção tem por objeto um produto na forma de casca para o isolamento de condutos, notadamente industriais, compreendendo a lã mineral tal como definida no presente pedido, cujas fibras apresentam um diâmetro médio inferior ou igual a 4 µm, que tem uma densidade de 40 a 100 kg/m³, e uma taxa de ligante da ordem de 4 a 78% em peso.

REIVINDICAÇÕES

1. Lã mineral suscetível de se dissolver em um meio fisiológico, caracterizada pelo fato de que compreende os constituintes abaixo de acordo com as porcentagens ponderais seguintes:

SiO₂ 39-44%, de preferência 40-43%,
Al₂O₃, 16-27%, de preferência 16-26%,
CaO 6-20%, de preferência 8-18%,
MgO 1-5%, de preferência 1-4,9%,
Na₂O 0-15%, de preferência 2-12%,
K₂O 0-15%, de preferência 2-12%,
R₂O (Na₂O + K₂O) 10-14,7%, de preferência 10-13,5%,
P₂O₅ 0-3%, notadamente 0-2%,
Fe₂O₃ (ferro total) 1,5-15%, notadamente 3,2-8%,
B₂O₃ 0-2%, de preferência 0-1%,
TiO₂ 0-2%, de preferência 0,4-1%.

2. Lã mineral de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o teor de CaO está compreendido entre 9,5 e 20%, de preferência entre 10 e 18%.

3. Lã mineral de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizada pelo fato de que contém de 20 a 25% de alumina.

4. Lã mineral de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato de que contém pelo menos 2%, notadamente de 2 a 5%, de MgO, quando a alumina está presente à razão de menos de 22%, notadamente de 17 a 22%, e contendo de 1 a 4%, de preferência de 1 a 2%, de MgO quando a alumina está presente à razão de pelo menos 22% em peso.

5. Lã mineral de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de que a taxa de alcalino é de preferência inferior ou igual a 13,2%, até 13,0%, notadamente de 10 a 12,5%, particularmente 10,2 a 12% ou menos.

6. Lã mineral de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5,

caracterizada pelo fato de que a relação molar R_2O/Al_2O_3 é inferior a 0,9, notadamente de no máximo 0,8, particularmente de no máximo 0,75.

7. Lã mineral de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada pelo fato de que contém de 2 a 6% de óxido de ferro.

8. Lã mineral de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizada pelo fato de que contém 1% ou menos de óxido de titânio.

9. Lã mineral de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizada pelo fato de que possui uma viscosidade à temperatura de 1400°C de no máximo 70 poises, notadamente de 75 a 250 poises.

10. Lã mineral de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizada pelo fato de que sua composição apresenta uma retração a 700°C de menos de 40% e uma retração a 800°C de menos de 90%.

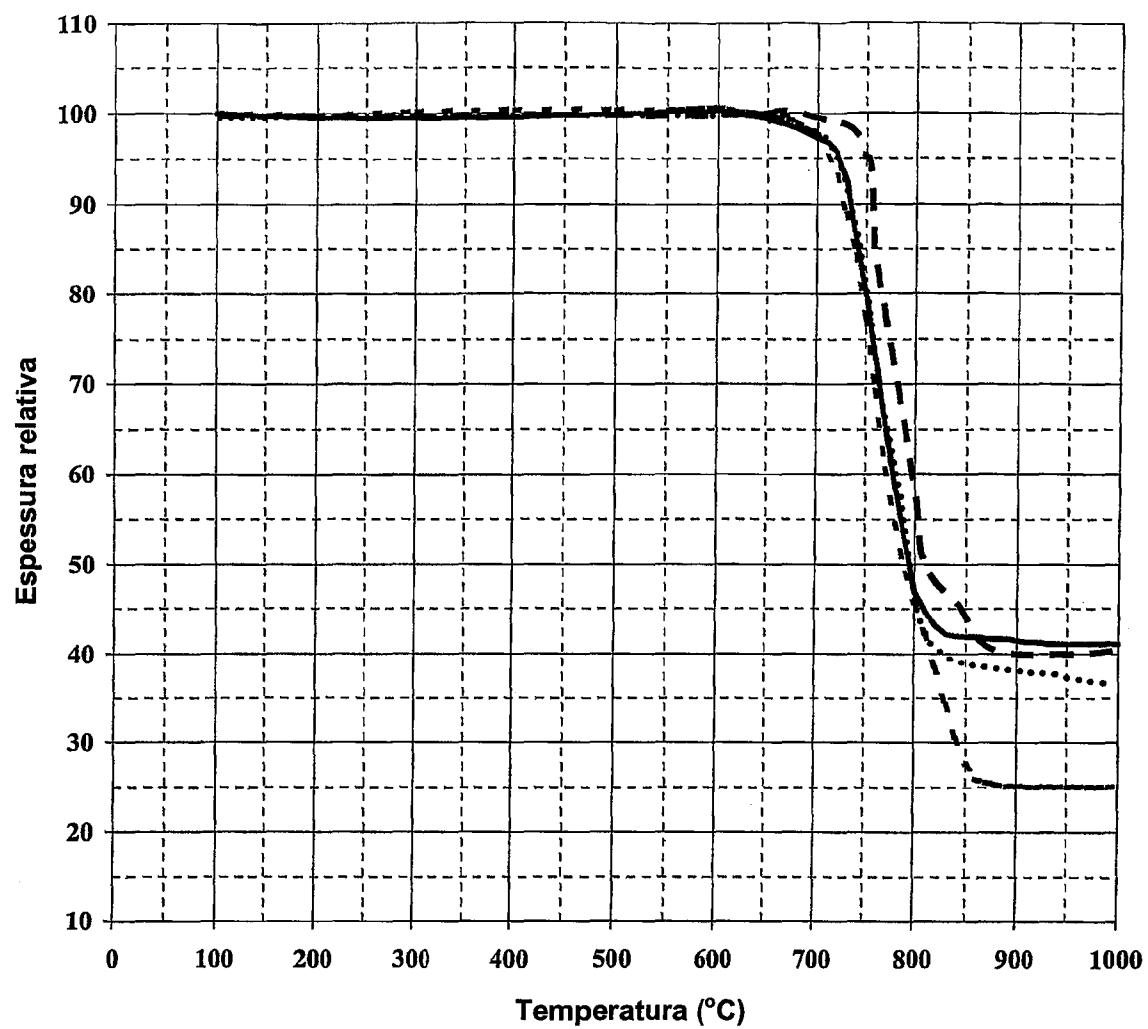


FIG.1

— Exemplo 11

····· Exemplo 2

- - - Exemplo
Comparativo 2

— - - Exemplo 10

RESUMO
“LÃ MINERAL”

A invenção tem por objeto uma lã mineral suscetível de se dissolver em um meio fisiológico, e que compreende os constituintes abaixo de acordo com as porcentagens ponderais seguintes: SiO₂ 39-44% de preferência 40-43%, Al₂O₃, 16-27%, de preferência 16-26%, CaO 6-20%, de preferência 8-18%, MgO 1-5%, de preferência 1-4,9%, Na₂O 0-15%, de preferência 2-12% K₂O 0-15%, de preferência 2-12% R₂O (Na₂O + K₂O) 10-14,7%, de preferência 10-13,5% P₂O₅ 0-3%, notadamente 0-2% Fe₂O₃ (ferro total) 1,5-15%, notadamente 3,2-8%, B₂O₃ 0-2%, de preferência 0-1%, TiO₂ 0-2%, de preferência 0,4-1%.