



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

(21) **PI0708104-9 A2**

(22) Data de Depósito: 06/02/2007
(43) Data da Publicação: 17/05/2011
(RPI 2106)



(51) *Int.Cl.:*
C04B 35/043
C04B 35/06
C04B 35/66

(54) Título: **BATELADA RESISTENTE AO FOGO DE CERÂMICA PESADA BEM COMO PRODUTO RESISTENTE AO FOGO A PARTIR DELA**

(30) Prioridade Unionista: 20/02/2006 DE 10 2006 007 781.4

(73) Titular(es): Refratechnik Holding GmbH

(72) Inventor(es): Casrten Vellmer, Hans-Jürgen Klischat, Holger Wirsing

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007051118 de 06/02/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/096246 de 30/08/2007

(57) Resumo: BATELADA RESISTENTE AO FOGO DE CERÂMICA PESADA BEM COMO PRODUTO RESISTENTE AO FOGO A PARTIR DELA. A presente invenção refere-se a uma batelada resistente ao fogo de cerâmica pesada bem como produto resistente ao fogo, apresentando principalmente a) pelo menos um componente principal básico, mineral, granulado, resistente ao fogo, de um material resistente ao fogo à base de MgO ou MgO e CaQ que se baseia em uma matéria-prima básica resistente ao fogo e b) pelo menos uma substância aditiva elástica, à base de MgO, mineral, granulada, resistente ao fogo na forma de um material de forsterita ou mistura formadora de material de forsterita, preferivelmente como corpúsculos moldados, tais como péletes ou granulado triturado a partir de peças prensadas, com tamanhos de grão de 0,3 até 8 mm, que apresentam convenientemente um adesivo, em quantidade que elástica o componente principal.



PI0708104-9

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "BATELADA RESISTENTE AO FOGO DE CERÂMICA PESADA BEM COMO PRODUTO RESISTENTE AO FOGO A PARTIR DELA".

A presente invenção refere-se a uma batelada resistente ao fogo de cerâmica pesada, bem como um produto resistente ao fogo, apresentando principalmente pelo menos um componente principal básico mineral granulado resistente ao fogo (a seguir também mencionado resistor) de um material básico resistente ao fogo à base da matéria-prima básica resistente ao fogo MgO ou MgO e CaO e pelo menos uma substância aditiva elastificante mineral granulada resistente ao fogo (a seguir também mencionada elastificante).

Uma batelada resistente ao fogo de cerâmica pesada é uma mistura, a partir da qual podem ser produzidos produtos resistentes ao fogo de cerâmica pesada, por exemplo, um artigo conformado, cru ou cozido ou revestimentos monolíticos resistentes ao fogo, por exemplo, de fornos industriais ou reservatórios metalúrgicos.

No campo técnico, granulado significa uma fita de grãos relativamente larga, por exemplo, de um componente principal ou de um elastificante de uma proporção de grão grosso com grãos < 15 mm, por exemplo, entre 1 e 8 mm em quantidades de, por exemplo, 20 até 50% em peso, de uma proporção de grão médio, por exemplo, entre 0,25 e 1 mm em quantidades de, por exemplo, 10 até 30% em peso e uma proporção de grão fino, por exemplo, < 0,25 mm em quantidades de, por exemplo, 20 até 60% em peso.

Um componente principal resistente ao fogo é o material da batelada, que está contido na batelada em uma quantidade principal, que basta, para assegurar as propriedades resistentes ao fogo desejadas de um produto produzido a partir da batelada. Em geral, em conformidade com isso, uma batelada resistente ao fogo contém mais de 60% em peso, do componente principal.

O componente principal consiste em pelo menos uma matéria-prima resistente ao fogo e/ou pelo menos em um material resistente ao fogo,

à base de matéria-prima resistente ao fogo, em que um material é principalmente um composto de uma matéria-prima com outras matérias-primas (Gerald Routschka, Taschenbuch "Feuerfeste Werkstoffe", 3ª edição, Vulkan-Verlag, Essen, páginas 1 - 10).

5 Elastificantes são materiais granulados minerais, resistentes ao fogo, na maioria das vezes à base de compostos das matérias-primas, que estão contidos na batelada, em geral, em quantidades de 3 até 30% em peso, em relação à soma do elastificante e componente principal. Em geral, eles causam uma chamada formação de microfissuras na matriz, respectivamente, na estrutura de um produto resistente ao fogo formado a partir da
10 batelada, por exemplo, de um artigo conformado ou de um revestimento monolítico; em parte, também, após uma reação superficial entre o material do componente principal e o material do elastificante, a altas temperaturas e subsequente resfriamento com base em diferentes coeficientes de dilatação.
15 Essa elastificação reduz o módulo de elasticidade (módulo E) e módulo de elasticidade transversal (módulo G) e dessa maneira, a fragilidade dos produtos cerâmicos e aumenta a resistência à troca de temperatura ou a resistência ao choque de temperatura.

Para componentes básicos principais, tal como óxido de magnésio ou doloma de óxido de magnésio ou doloma, utilizam-se elastificantes, cujo coeficiente de dilatação condicionado pela temperatura encontra-se consideravelmente acima ou abaixo daquele do componente principal. Como elastificantes utilizam-se, por exemplo, cromitas, espinelas do tipo hercinita, óxidos de zircônio, pleonasto, espinelas de MA, hexaaluminato de cálcio (CA₆)
25 e Smirgel (**Smirgel**) (DE 35 27 789 A1, DE 102 59 826 B4, DE 101 17 026 B4, DE 101 17 028 B4).

Fundamentalmente, os elastificantes ou as fases de reação entre elastificantes e componente principal reduzem a resistência química, especialmente a resistência dos produtos resistentes ao fogo contra fases de
30 fusão minerais, que atuam sobre elas nos fornos industriais ou recipientes metalúrgicos. Além disso, uma diminuição visada eventualmente exigida do módulo E ou G para valores predeterminados desejados pode ser regulada

meramente através da quantidade adicional do elastificante e depois, também apenas de maneira grosseira, pois a formação de microfissuras é uniformemente distribuída na estrutura e deve estar presente estreitamente adjacente e isso é assegurável apenas através de quantidades adicionais correspondentemente suficientes do elastificante.

De modo especial, há a necessidade de bateladas básicas resistentes ao fogo, a partir das quais podem ser produzidos produtos resistentes ao fogo ou se formam *in situ* minerais resistentes ao fogo, que apresentam uma melhor resistência contra fases de fusão silicatosas provenientes do material de combustão, por exemplo, do material bruto de clínquer de cimento, que ocorre em fornos tubulares rotativos de cimento ou em fornos de calcinação de cal, por exemplo, em fornos de cuba de cal e além disso, asseguram uma formação permanente de depósito desejado no revestimento resistente ao fogo. Além disso, os revestimento resistentes ao fogo devem ter uma boa resistência à troca de temperatura ou resistência ao choque de temperatura. Esses problemas são descritos, por exemplo, na WO 2004079284 A1, especialmente na página 1 a 3, parágrafo 2, cujo teor publicado conquanto presente, deve ser válido como componente introduzido da publicação.

As propriedades desejadas com respeito à elastificação e à formação de depósito podem também não assegurar satisfatoriamente os produtos resistente ao fogo descritos na WO 2005085155 A1, que são elastificados com carreadores de SiO_2 e nos quais as falhas volumétricas de SiO_2 que ocorrem já no decorrer dos primeiros aumentos de temperatura a temperaturas relativamente baixas devem formar microfendas; pois essa formação prematura de microfendas quase não é regulável e as microfendas podem curar novamente a temperaturas elevadas através de reações formadoras de minerais, de maneira que seu efeito desejado desaparece.

O objetivo da invenção é desenvolver uma batelada básica, resistente ao fogo, de cerâmica pesada, bem como produtos resistentes ao fogo a partir dela, que são elastificáveis com substâncias aditivas elastificantes, que asseguram uma alta resistência especialmente contra fases de fu-

são silicatadas e asseguram uma boa formação de depósito sem efeito prejudicial sobre a elastificação, bem como preferivelmente também possibilitam uma regulação da altura da elastificação.

5 Esse objetivo é especialmente resolvido pelas características das reivindicações 1 e 19. Formas de concretização vantajosas da invenção são caracterizadas nas subreivindicações.

10 No âmbito da invenção, os seguintes materiais à base das matérias-primas básicas MgO e CaO foram selecionadas a partir de um sem-número de materiais básicos resistentes ao fogo (vide Routschka, página 144 a 147) como componentes principais:

material	composição química
óxido de magnésio	85 - 99% em peso, de MgO
doloma de óxido de magnésio	42 - 88% em peso, de MgO 10 - 50% em peso, de CaO
doloma	35 - 42% em peso, de MgO 50 - 62% em peso, de CaO

Esses materiais podem apresentar impurezas subordinadas, provenientes de matérias-primas até 15% em peso, por exemplo, compostos de cálcio até geralmente 5% em peso, em compostos com Al_2O_3 , Fe_2O_3 e/ou SiO_2 .

15 Na interação com esses componentes básicos principais, materiais básicos de forsterita, à base de MgO resistente ao fogo, em si conhecidos, que até agora servem como componentes principais em bateladas resistentes ao fogo ou em produtos resistentes ao fogo elastificam de maneira surpreendente (Routschka página 204 - 206), que consistem no mineral forsterita (modo de escrever a fórmula da fase mineral: Mg_2SiO_4 ; fórmula do óxi-

20 do: $2 MgO \cdot SiO_2$; fórmula abreviada: M_sS) ou contêm principalmente esse mineral. No caso dos últimos, trata-se de materiais de forsterita, que de acordo com o tipo de uma dotação podem conter CaO em solução sólida na grade cristalina da forsterita e são abrangidos com uma fórmula de óxido

25 $2 (Mg, Ca)O \cdot SiO_2$ ou apresentam o MgO ou SiO_2 em solução sólida na grade cristalina da forsterita ou são materiais de forsterita, nos quais tanto o CaO e MgO, como também CaO e SiO_2 estão presentes em solução sólida na gra-

de cristalina da forsterita.

No caso dos materiais de forsterita trata-se também de materiais contendo principalmente forsterita, que de acordo com o tipo de uma dotação contêm FeO e/ou Fe₂O₃ em solução sólida na grade cristalina da forsterita e podem ser abrangidos com uma fórmula de óxido 2 (Mg, Fe)O . SiO₂ ou que apresentam MgO ou SiO₂ em solução sólida na grade cristalina da forsterita ou são materiais de forsterita, nos quais tanto FeO e/ou Fe₂O₃ e MgO, como também FeO e/ou Fe₂O₃ e SiO₂ estão presentes em solução sólida na grade cristalina da forsterita.

Na figura 2, que representa o sistema ternário CaO-MgO-SiO₂ com % em peso, o campo I do elastificante forsterita usado de acordo com a invenção, está desenhado sombreado. Por conseguinte, no material de forsterita, que pode conter 50 até 80% em peso, de MgO, bem como 20 até 50% em peso, de SiO₂, podem estar contidos 0 até 20% em peso, de CaO, sendo que no âmbito da invenção é obtida uma ótima combinação com respeito à elastificação e à formação de depósito, quando o teor de CaO não ultrapassa 5% em peso e o teor de MgO não ultrapassa 25% em peso, bem como o teor de SiO₂ não ultrapassa 7% em peso, acima da proporção de peso estequiométrico da forsterita M₂S ou 2 MgO; SiO₂. O campo que representa esse material de forsterita selecionado de acordo com a invenção, está marcado na figura 2 por um sombreado oblíquo dentro do campo de forsterita e periclase.

Na figura 3, que mostra o sistema ternário SiO₂ - FeO, Fe₂O₃ - MgO com % em peso, o campo II do elastificante forsterita ferroso está desenhado sombreado. Dessa maneira, o material de forsterita pode conter olivina. Além disso, no material de forsterita, que contém 50 até 80% em peso, de MgO bem como 20 até 50% em peso, de SiO₂, podem estar contidos 0 até 40% em peso, de FeO, Fe₂O₃. De modo especial é vantajoso, que o FeO, o teor de Fe₂O₃ não ultrapasse 15% em peso e o teor de MgO não ultrapasse 25% em peso, bem como o teor de SiO₂ não ultrapasse 7% em peso, acima da proporção de peso estequiométrico da forsterita M₂S ou 2 MgO . SiO₂. O campo que representa o material de forsterita selecionado de acordo

com a invenção, está marcado na figura 3 por um sombreado dentro do campo de olivina e xantina de óxido de magnésio.

Até agora, o efeito elastificante, como também o formador de depósito da forsterita na interação com material de resistor básico era desconhecido. São conhecidos, meramente, bateladas ou produtos de forsterita resistentes ao fogo, que apresentam forsterita como componente principal e eventualmente adicionados com óxido de magnésio para a ligação de óxido de ferro e/ou com cromita, são elastificados de maneira usual.

São conhecidos também produtos resistentes ao fogo, que contêm MgO como componente principal granulado e como adesivo apresentam material de forsterita na matriz de granulação fina. A forsterita cristalina assegura a ligação entre os grãos de MgO na forma de uma rede, que é formada em um material composto hialino. O mineral natural olivina também pode ser usado como material de forsterita (U.S. 2.026.088 A). A fase de ligação de granulação fina não é um material elastificante. Um elastificante não disponibiliza quaisquer dessas ligações; ele age muito mais como componente subordinado separado com base em diferentes coeficientes de dilatação.

De acordo com uma forma de concretização particular da invenção, um mineral de forsterita e/ou material de forsterita é usado como substância aditiva elastificante e formadora de depósito, que apresenta grãos de periclase inclusos distribuídos em sua matriz de forsterita, que apresentam tamanhos de grãos entre 30 e 900, preferivelmente entre 50 e 200 μm e que estão presentes em quantidades de até 25, especialmente de 3 a 15% em peso. É surpreendente, que o módulo E e G de um produto cozido pode ser regulado com a quantidade dessas partículas de periclase incluídas na matriz de forsterita ou no material de forsterita ou envolvidas pela matriz, sendo que um módulo relativamente alto pode ser ajustado com quantidades inclusas relativamente grandes e um módulo relativamente pequeno pode ser ajustado com quantidades inclusas relativamente pequenas. Isso resulta, por exemplo, da seguinte tabela 1. O material de forsterita foi sintetizado a partir das matérias-primas óxido de magnésio e farinha de SiO_2 , por exemplo, fari-

nha de sílica ou cristobalita ou tridimita ou misturas das mesmas, por exemplo, derretido e como elastificante, misturado a uma escória de magnésio com 98% em peso, de MgO formadora do componente principal em cada caso em uma quantidade de 15% em peso. As bateladas em cada caso com 15% em peso, de elastificante bem como a batelada de óxido de magnésio sem elastificante foram ceramicamente cozidas a 1600°C e em seguida, analisadas.

Tabela 1

óxido de magnésio (% em peso)	material de forsterita (% em peso)	inclusões de MgO (% em peso)	módulo E (GPa)	módulo G (GPa)
95	15	0	22	9
95	15	4	23	11
95	15	6	27	13
95	15	12	40	19
100	0	0	110	40

Da tabela 1 resulta uma batelada que de acordo com a invenção, por apresentação de substância aditiva de forsterita podem ser diferentes módulos E e G com quantidades diferentes em grãos de periclase dentro da matriz e da entrada até diferentes substâncias aditivas de forsterita em bateladas de forma simplificada em que as quantidades do elastificante de forsterita e especialmente, por exemplo, também a formação do grão continuam, em cada caso, inalteradas e apenas o tipo do elastificante de forsterita é trocado em relação ao teor do grão de periclase. Inclusões de periclase ou MgO são preparáveis tanto em elastificantes de mineral de forsterita, como também de material de forsterita, que pode conter CaO ou FeO/Fe₂O₃, através de processos cerâmicos correspondentes, conhecidos pelo técnico.

A influência dos módulos E e G devido ao aumento dos teores de periclase realiza-se com um aumento da resistência dos produtos contra ataques à fase de fusão, por exemplo, no cozimento de cimento em um forno tubular rotativo ou em um ataque de CaO em um forno de cuba de cal. Quanto maior é o teor dos grãos de periclase na matriz do elastificante, tanto maior é também a resistência da batelada resistente ao fogo ou do produto resistente ao fogo contra ataques contra escória ou à fase de fusão. Até aqui, a invenção fornece uma possibilidade de otimização das propriedades

desejadas em relação à elasticidade e resistência.

Naturalmente, também é possível misturar esses diversos elastificantes de forsterita, para obter aditivos, que fornecem valores intermediários com respeito ao teor dos grãos de forsterita, entre os elastificantes apresentados. Nesse caso, é vantajoso, que em cada caso o elastificante pode ser usado com fração inalterada do grão e quantidade inalterada, de maneira que a batelada resistente ao fogo inclusive o componente principal possam permanecer inalterados em relação a toda a formação do grão.

A figura 1 mostra a matriz de forsterita como superfície polida em uma fotografia fotomicroscópica. A escala embaixo à direita dentro da imagem é indicada com 100 μm . Os campos 1 escuros são poros. Os campos claros mostram a matriz do material de forsterita 2. Na matriz estão incluídos campos de periclase 3 mais ou menos limitados, que podem apresentar um diâmetro de até 200 μm . Para a preparação do material de forsterita, uma mistura de farinha de quartzo e farinha de óxido de magnésio de sinterização foi sinterizada na proporção de M_2S com 5% em peso, de excesso de MgO a 1630°C, em seguida, resfriada e o produto foi quebrado.

Os componentes principais e os elastificantes de bateladas de acordo com a invenção, são usados com fitas de grãos em cada caso normais, por exemplo, tal como indicado acima e distribuições normais dos grãos e formam, por exemplo, bateladas, que, em relação à granulação, correspondem às curvas típicas de Fuller.

Para fabricar produtos elastificados resistentes ao fogo, prepararam-se corpos moldados das bateladas e que são eventualmente temperados e/ou ceramicamente cozidos.

Além disso, as bateladas podem ser acrescidas de adesivos comuns, por exemplo, antes da conformação, em quantidades comuns. Esses são, por exemplo, cimento, especialmente cimento aluminoso, sulfonatos de lignina, silicatos de metais alcalinos, fosfatos, sulfatos, pez, resinas sintéticas. Além disso, é possível uma adição de substâncias aditivas metálicas e não metálicas, tal como Al ou SiC, que atuam eventualmente como antioxidantes.

Além disso, as bateladas podem ser convenientemente acrescentadas de carbono, por exemplo, grafita, em quantidades comuns.

As bateladas contendo adesivo podem ser usadas para preparar revestimentos monolíticos ou moldadas para artigos conformados. Os produtos moldados podem ser incorporados crus em revestimentos, sendo que a elastificação é efetuada *in situ* através da ação da temperatura. Mas os produtos moldados também podem ser temperados e/ou cozidos e com isso, elastificados e, em seguida, empregados em construções.

De acordo com a invenção, uma batelada de acordo com a invenção, em relação à soma de elastificantes e componente principal, contém preferivelmente 3 a 30% em peso, especialmente de 10 a 20% em peso, do elastificante de forsterita em uma granulação de, por exemplo, até 8, especialmente de 1 a 6 mm, eventualmente com distribuição comum de grãos.

Um componente principal de uma batelada de acordo com a invenção apresenta, por exemplo, uma granulação de até 8, especialmente de 1 a 5 mm, do mesmo modo, eventualmente com distribuição comum de grãos.

O elastificante de forsterita é pré-sintetizado, em que um componente de MgO finamente pulverizado, por exemplo, óxido de magnésio de sinterização ou óxido de magnésio de fusão ou óxido de magnésio cáustico é intimamente misturado com um teor de MgO de 90 até 100, especialmente de 93 até 99% em peso, com um componente SiO₂ finamente pulverizado ou contendo SiO₂, por exemplo, farinha de quartzo, esteatita ou olivina com um teor de SiO₂ de 30 a 100, especialmente de 40 a 99% em peso, na proporção molar de MgO ou com excesso de MgO ou SiO₂ desejado, em seguida, a mistura é sintetizada a temperaturas entre 1600 e 2300°C, por exemplo, fundida, resfriada e o produto obtido é quebrado.

Para preparar o elastificante com excesso de MgO na forma de grãos de periclase na matriz de forsterita, o componente MgO é acrescentado em quantidade excessiva correspondente e o cozimento ou a fusão é efetuada de maneira tal, que se forma a matriz desejada. As condições de preparação dependem da matéria-prima e podem ser empiricamente determi-

nadas de maneira simples.

Desde e conquanto o CaO também deve estar contido no elastificante em certas quantidades, mistura-se um componente CaO finamente dividido à mistura de partida, por exemplo, cal ou hidrato de cal queimado em finura e quantidade correspondente ou utiliza-se doloma como matéria-prima.

Caso o FeO e/ou Fe₂O₃ também devem estar contidos, por exemplo, ao invés de CaO, em certas quantidades no elastificante, acrescenta-se à mistura de partida um componente de FeO e/ou de Fe₂O₃ finamente dividido, por exemplo, magnetita ou hematita em finura correspondente ou utiliza-se olivina como matéria-prima.

Encontra-se no contexto da invenção, produzir uma formação de forsterita *in situ*, isto é, em uma batelada ou produto resistente ao fogo, à base de MgO, moldado, por exemplo, em um artigo conformado cru ou em um revestimento monolítico, cru com a ação de temperaturas elevadas, acrescentando-se um componente de SiO₂ finamente dividido em forma de farinha a um componente principal granulado à base de MgO ou MgO/CaO em uma quantidade tal, que a temperaturas entre 1400 e 1700°C provoca uma reação com quantidades parciais de MgO do componente principal para formar material de forsterita, especialmente para forsterita (M₂S). A reação é efetuada essencialmente entre as frações de farinha do componente principal e o componente de SiO₂, por exemplo, uma farinha de quartzo. Bateladas preferidas desse tipo apresentam, por exemplo, as seguintes composições:

80 a 99, especialmente 90 a 98% em peso, de componente principal de MgO (por exemplo, óxido de magnésio de sinterização ou fusão com 90 a 100, especialmente 93 a 99% em peso, de MgO),

1 a 20, especialmente 3 a 10% em peso, de componente de SiO₂ (por exemplo, farinha de quartzo com 93 a 100% em peso, de SiO₂)

por exemplo, com as seguintes frações do grão (distribuição comum dos grãos)

Componente principal de MgO:

- 1 - 8 mm 20 a 50, especialmente 40 a 50% em peso
- 0,25 - 1 mm 10 a 30, especialmente 15 a 25% em peso
- < 0,25 mm 20 a 60, especialmente 25 a 55% em peso

Componente de SiO₂:

- 5 < 0,25 mm 50 a 90, especialmente 70 a 80% em peso
- 0,25 - 1 mm 10 a 50, especialmente 20 a 30% em peso

Os artigos conformados preferivelmente preparados a partir das misturas, apresentando eventualmente adesivos comuns e eventualmente grafita e moldados de maneira comum, são preferivelmente temperados e/ou cozidos, sendo que se forma forsterita ou material de forsterita e elastifica o artigo moldado ao resfriar. Os artigos conformados crus ou bateladas porém, também podem ser incorporados em revestimentos e expostos ao fogo em um forno industrial em áreas, que são expostas às mudanças de temperatura, sendo que as fases de forsterita se formam pelo menos na área superficial lateral do fogo dos artigos conformados ou revestimento, que agem como elastificante na diminuição da temperatura induzida pelo processo devido a menor dilatação térmica ou contração.

A formação da fase de forsterita *in situ* leva de maneira particularmente vantajosa, a uma ótima e permanente formação de depósito, por exemplo, na zona de sinterização de um forno tubular giratório de cimento e à ótima elastificação desejada do material de revestimento, bem como a uma resistência particularmente elevada contra fases de fusão do produto cozido no agregados de cozimento, razão pela qual, por exemplo, os usos desses materiais também são convenientes em agregados de cal estáticos.

A invenção prevê, de encontro com os procedimentos habituais, nos quais tenta-se evitar o mais possível a penetração de fases de fusão que fundem de maneira relativamente baixa nos produtos resistentes ao fogo, formar uma fase relativamente reativa, isto é, forsterita ou material de forsterita, para simplificar uma formação de depósito em um forno industrial, mas contudo, não prejudicar essencialmente a estabilidade e resistência ao fogo e além disso, assegurar a elastificação. Isso ocorre de maneira comum com a forsterita ou material de forsterita usado de acordo com a invenção ou

produzido *in situ*. Provavelmente, uma primeira infiltração da fase de fusão no produto resistente ao fogo é interrompida a temperaturas relativamente baixas e a estabilidade e resistência ao fogo evidentemente é aumentada outra vez, quando a fase de forsterita entra em contato com as fases primárias de fusão, por exemplo, de um material cozido, por exemplo, de fases de fusão de clínquer de cimento e além de uma segunda fase de fusão formam-se ferritas de magnésio e fases silicatadas de cálcio com alto ponto de fusão no produto resistente ao fogo. Por esse meio, uma outra infiltração é muito provavelmente retardada ou mesmo impedida. A contrário disso, os produtos de reação das pedras de espinela de óxido de magnésio conhecidas são fases de fusão pouco viscosas, que aceleram a infiltração subsequente.

De maneira particularmente vantajosa em relação ao efeito de combinação do elastificante em relação à elastificação, formação de depósito e resistência, o material de forsterita é usado na forma de olivina. Como se sabe, a olivina tem a fórmula química $(Mg, Fe)_2SiO_4$ e apresenta normalmente 48 - 50% em peso, de MgO, 41 - 43% em peso, de SiO_2 e 6,1 - 6,6% em peso, de FeO. Além disso, em cada caso, podem estar contidos menos do que 1% em peso, de Cr_2O_3 , Al_2O_3 , NiO, MnO e/ou CaO. A olivina é um mineral natural e é um cristal misto, consistindo em aproximadamente 93% em peso, do mineral forsterita Mg_2SiO_4 e em aproximadamente 6% em peso, do mineral faialita Fe_2SiO_4 . Além disso, por exemplo, a periclase (MgO) pode estar presente em quantidades de 3 - 6% em peso, bem como estatita (Mg- SiO_3) em < 5% em peso e serpentina, talco e cromita em < 1% em peso. A olivina crua serve como material resistente ao fogo, por exemplo, como componente principal para a fabricação de pedras de forsterita ou como agente condicionador de escórias no processo de alto forno.

O uso deste mineral olivina natural, relativamente econômico, tem a particular vantagem, de que também neste caso, nenhum material pré-sintetizado precisa ser produzido. A faialita do cristal misto e seus produtos de transformação promove especialmente uma reação com o material cozido na superfície da pedra e, com isso, a formação de depósito e estabiliza permanentemente o revestimento inicial sobre o revestimento. Além disso, a

olivina fornece também uma elastificação mais intensa através de uma maior diminuição dos módulos E e G com a mesma quantidade aditiva em comparação com forsterita ou material de forsterita pré-sintetizada e com as mesmas frações do grão.

5 Bateladas vantajosas com olivinas apresentam as seguintes composições:

material de MgO 70 a 97, especialmente 80 a 90% em peso
olivina 3 a 30, especialmente 10 a 20% em peso

10 Nesse caso, as frações do grão encontram-se nas faixas já citadas para uma batelada com substância aditiva elastificante granulada.

Com olivina como elastificante, por exemplo, o módulo E de pedras de óxido de magnésio cozidas pode diminuir de 110 GPa para pedras de óxido de magnésio de sinterização até a 20 GPa com uma quantidade aditiva de 15% em peso e o módulo G de 40 para 8 GPa.

15 Está no âmbito da invenção, misturar forsterita granulada pré-sintetizada ou material de forsterita granulado pré-sintetizado com granulações de olivina para preparar um componente elastificante e acrescentá-lo a um componente principal, para regular ou influenciar a capacidade de formação de depósito e a elastificação de produtos resistentes ao fogo, especialmente no caso de quantidades aditivas inalteradas e frações inalteradas do grão do elastificante, de maneira que a receita de uma batelada de acordo com a invenção, possa continuar inalterada em relação às frações do grão.

25 Está no âmbito da invenção, misturar principalmente um componente granulado, elastificante com o componente granulado principal para formar uma batelada, que apresenta meramente as matérias-primas para a formação de forsterita ou material de forsterita *in situ*. Em conformidade com isso, uma batelada de acordo com a invenção, apresenta o elastificante como corpúsculo moldado, por exemplo, na forma de péletes ou granulado triturado a partir de peças prensadas com tamanhos de grãos de 0,3 até 8 mm.

30 Os corpúsculos moldados ou granulados consistem essencialmente em uma mistura das farinhas de pelo menos um componente de MgO e pelo menos um de SiO₂, em que também podem estar presentes componentes de CaO

ou de FeO/Fe₂O₃ nas quantidades mencionadas acima, sendo que a mistura apresenta convenientemente um adesivo, tal como sulfonato de lignina ou um fosfato ou resina sintética ou álcool polivinílico. Para preparar os corpúsculos moldados, uma mistura é peletizada ou briquetada. Para preparar os
5 granulados, são preparados artigos conformados de grande tamanho e endurecidos, que em seguida, são triturados.

REIVINDICAÇÕES

1. Batelada resistente ao fogo de cerâmica pesada, apresentando principalmente

5 a) pelo menos um componente principal básico, mineral, granulado, resistente ao fogo, de um material resistente ao fogo à base de MgO ou MgO e CaO que se baseia em uma matéria-prima básica resistente ao fogo e

10 b) pelo menos uma substância aditiva elastificante, à base de MgO, mineral, granulada, resistente ao fogo na forma de um material de forsterita ou mistura formadora de material de forsterita, preferivelmente como corpúsculos moldados, tais como péletes ou granulado triturado a partir de peças prensadas, com tamanhos de grão de 0,3 até 8 mm, que apresentam convenientemente um adesivo, em quantidade que elastifica o componente principal.

15 2. Batelada de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o componente principal é óxido de magnésio, preferivelmente óxido de magnésio de sinterização e/ou fusão, especialmente com teores de MgO entre 85 e 99% em peso e/ou doloma de óxido de magnésio, especialmente com teores de MgO entre 42 e 88% em peso e teores de CaO entre
20 10 e 50% em peso e/ou doloma, especialmente com teores de MgO entre 35 até 42% em peso e teores de CaO entre 50 e 62% em peso.

25 3. Batelada de acordo com a reivindicação 1 e/ou 2, caracterizada pelo fato de que a substância aditiva elastificante consiste no mineral olivina e/ou no mineral forsterita e/ou em um material de forsterita ou em uma mistura, que sob ação de temperatura forma forsterita e/ou material de forsterita *in situ*, sendo que os materiais de forsterita contêm principalmente o mineral forsterita (acima de 50% em peso).

30 4. Batelada de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que a mistura ou o material de forsterita contém 50 a 80, especialmente 60 a 70% em peso, de MgO, 20 a 50, especialmente 30 a 40% em peso, de SiO₂, 0 a 20, especialmente 1 a 5% em peso, de CaO.

5. Batelada de acordo com a reivindicação 3 e/ou 4, caracteriza-

da pelo fato de que a mistura ou o material de forsterita, especialmente em solução sólida, não ultrapassa 5% em peso, de CaO, não ultrapassa 25% em peso, de MgO e não ultrapassa 7% em peso, de SiO₂ acima da proporção de peso estequiométrico da forsterita.

5 6. Batelada de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que a mistura ou o material de forsterita contém 50 a 80, especialmente 60 a 70% em peso, de MgO, 20 a 50, especialmente 30 a 40% em peso, de SiO₂, 0 a 40, especialmente 1 a 10% em peso, de FeO e/ou Fe₂O₃.

10 7. Batelada de acordo com a reivindicação 3 e/ou 6, caracterizada pelo fato de que a mistura ou o material de forsterita, especialmente em solução sólida, não ultrapassa 15% em peso, de FeO e/ou Fe₂O₃, não ultrapassa 25% em peso, de MgO e não ultrapassa 7% em peso, de SiO₂ acima da proporção de peso estequiométrico da forsterita.

15 8. Batelada de acordo com uma ou várias das reivindicações 1 a 7, caracterizada pelo fato de que a substância aditiva forsterita e/ou o material de forsterita apresenta grãos de periclase incluídos distribuídos na matriz, que apresentam especialmente tamanhos de grãos entre 30 e 900, preferivelmente entre 50 e 200 µm, especialmente em quantidades de até 25, preferivelmente de 3 a 15% em peso.

20 9. Batelada de acordo com uma ou várias das reivindicações 1 a 8, caracterizada pelo fato de que a substância aditiva elastificante está presente em quantidades de 3 a 30, especialmente de 10 a 20% em peso, em relação à soma de elastificante mais componente principal.

25 10. Batelada de acordo com uma ou várias das reivindicações 1 a 9, caracterizada pelo fato de que o componente principal está presente com a seguinte granulação, preferivelmente em combinação com a granulação da substância aditiva em uma granulação de uma típica curva de Fuller:

30 1 - 8 mm 20 a 50, especialmente 45 a 50% em peso,
 0,25 - 1 mm 10 a 30, especialmente 15 a 20% em peso,
 < 0,25 mm 20 a 60, especialmente 25 a 30% em peso.

11. Batelada de acordo com uma ou mais das reivindicações 1 a 10, caracterizada pelo fato de que a substância aditiva elastificante está pre-

sente com a seguinte granulação:

1 - 6 mm 50 a 100, especialmente 70 a 80% em peso,
0,25 - 1 mm 0 a 50, especialmente 20 a 30% em peso.

12. Batelada de acordo com uma ou mais das reivindicações 1 a
5 11, caracterizada pelo fato de que a batelada contém um adesivo comum em
quantidades comuns, tais como cimento, especialmente cimento aluminoso,
sulfonato de lignina, silicato de metal alcalino, fosfato ou sulfato.

13. Batelada de acordo com uma ou mais das reivindicações 1 a
11, caracterizada pelo fato de que a batelada contém como adesivo, pez,
10 preferivelmente em quantidades de 2 a 5% em peso, ou resina sintética, pre-
ferivelmente em quantidades de 3 a 4% em peso.

14. Batelada de acordo com uma ou várias das reivindicações 1
a 13, caracterizada pelo fato de que a batelada contém carbono, especial-
mente na forma de grafita, especialmente em quantidades de 2 a 20% em
15 peso.

15. Batelada de acordo com uma ou mais das reivindicações 1 a
14, caracterizada pelo fato de que a batelada contém uma substância aditiva
elastificante, que é preparada a partir de uma mistura de um componente de
MgO finamente pulverizado, por exemplo, óxido de magnésio de sinterização
20 ou óxido de magnésio de fusão ou óxido de magnésio cáustico com um teor
de MgO de 90 a 100, especialmente de 93 a 99% em peso, bem como a par-
tir de um componente de SiO₂ finamente pulverizado, por exemplo, farinha
de quartzo, esteatita ou olivina com um teor de SiO₂ de 30 a 100, especial-
mente de 40 a 99% em peso, na proporção molar de M₂S ou com excesso
25 de MgO desejado em relação ao M₂S, através de mistura íntima e em segui-
da, cozimento cerâmico da mistura a temperaturas entre 1600 e 2300°C,
resfriamento e quebra do produto cozido.

16. Batelada de acordo com a reivindicação 15, caracterizada
pelo fato de que a mistura, da qual é preparada a substância aditiva elástica,
30 contém adicionalmente um componente de CaO finamente dividido, tal como
cal e/ou hidrato de cal calcinado em quantidades de até 20% em peso, ou
um componente de FeO e/ou Fe₂O₃ em quantidades de até 40% em peso.

17. Produto resistente ao fogo na forma de um artigo conformado de tamanho grande prensado e eventualmente temperado a temperaturas entre 80 e 800°C, por exemplo, na forma de um elemento de composição de uma batelada, como definido em uma ou mais das reivindicações 1 a 16.

5 18. Produto de acordo com a reivindicação 17, preparado através do cozimento do artigo conformado a temperaturas entre 800 e 1800, especialmente entre 1400 e 1700°C.

19. Batelada resistente ao fogo de cerâmica pesada, apresentando principalmente

10 a) pelo menos um componente principal básico, mineral, granulado resistente ao fogo de um material à base de MgO ou MgO e CaO, que se baseia em pelo menos uma matéria-prima básica resistente ao fogo e

b) pelo menos um componente de SiO₂ mineral, resistente ao fogo, forma forsterita elastificante e/ou material de forsterita elastificante a 15 temperaturas acima de 1200°C, especialmente a temperaturas entre 1400 e 1700°C forma, como produto de reação com material de MgO do componente principal, em quantidade elastificante.

20. Batelada de acordo com a reivindicação 19, caracterizada pelo fato de que o componente de SiO₂ está presente em forma finamente dividida, especialmente na forma de farinha de < 1 mm, especialmente na 20 forma de farinha de quartzo e/o cristobalita e/ou tridimita e/ou misturas a partir deste.

21. Batelada de acordo com a reivindicação 19 e/ou 20, caracterizada pelas seguintes composições:

25 a) 80 a 99, especialmente 90 a 98% em peso, de componente de MgO, por exemplo, óxido de magnésio de sinterização ou fusão com 90 a 100% em peso, de MgO,

b) 1 a 20, especialmente 3 a 10% em peso, de componente de SiO₂ com 93 a 100% em peso, de SiO₂, por exemplo, farinha de quartzo.

30 22. Batelada de acordo com uma ou várias das reivindicações 19 a 21, caracterizada pelas seguintes frações do grão:

a) componente de MgO:

1 - 8 mm 20 a 50, especialmente 40 a 50% em peso,
0,25 - 1 mm 10 a 30, especialmente 15 a 25% em peso,
< 0,25 mm 20 a 60, especialmente 25 a 55% em peso

b) componente de SiO_2 :

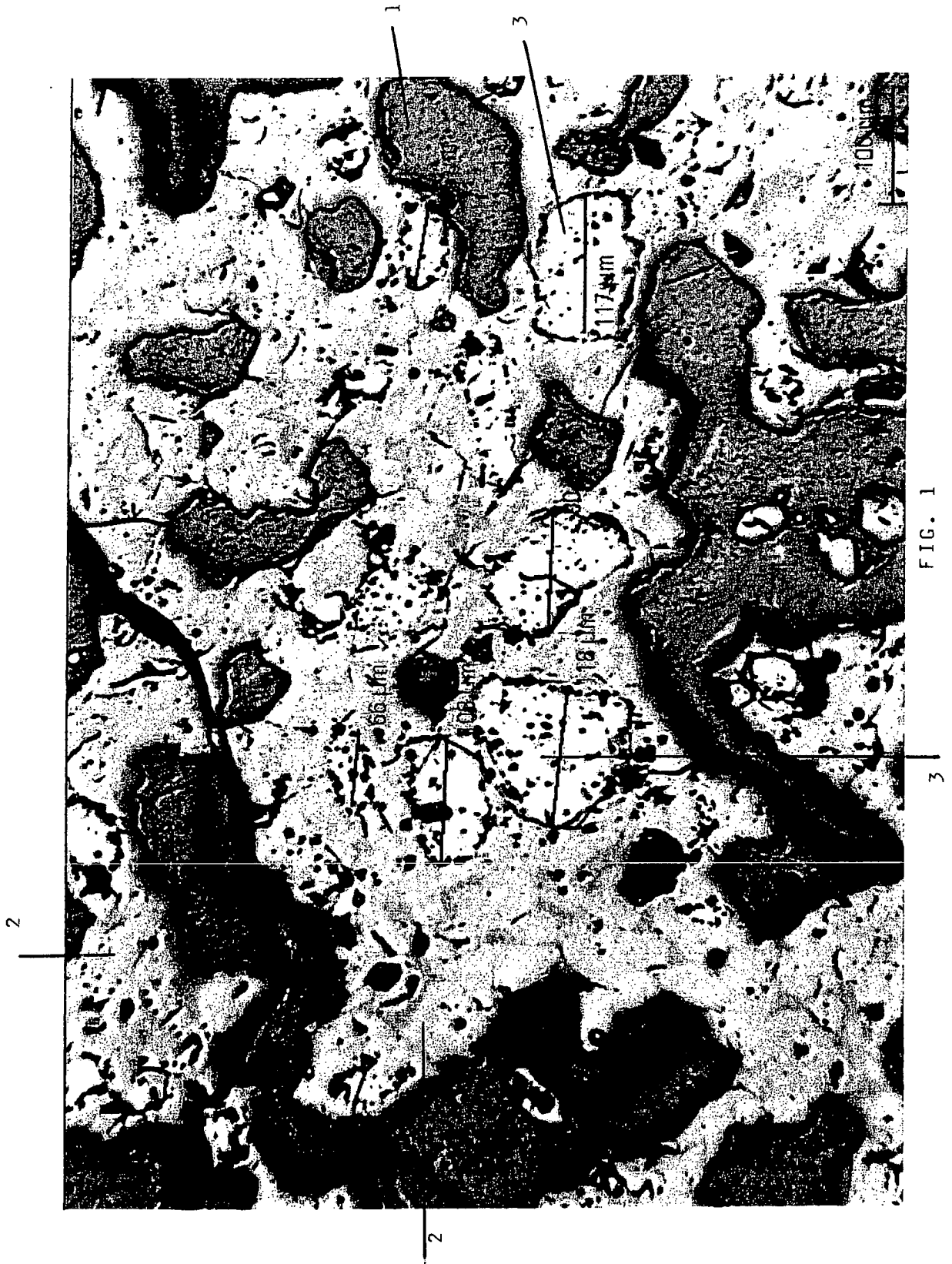
5

< 0,25 mm 50 a 90, especialmente 70 a 80% em peso
0,25 - 1 mm 10 a 50, especialmente 20 a 30% em peso.

23. Produto resistente ao fogo na forma de um artigo conformado de grande tamanho prensado e eventualmente temperado a temperaturas entre 80 e 800°C, especialmente contendo um adesivo em quantidade comum e/ou grafita em quantidade comum, por exemplo, na forma de um elemento de composição de uma batelada como definida em uma ou mais das reivindicações 19 a 22.

24. Produto de acordo com a reivindicação 23, preparado através do cozimento do artigo conformado a temperaturas entre 800 e 1800, especialmente entre 1400 e 1700°C.

25. Substância aditiva elastificante em forma granulada, especialmente com granulações como definida na reivindicação 11 e uma composição de acordo com uma ou mais das reivindicações 4 a 7, caracterizada pelo fato de que na matriz da substância aditiva há principalmente forsterita e/ou material de forsterita e grãos de periclase estão inclusos nesse material de matriz, especialmente com tamanhos do grão e especialmente em quantidades como definidos na reivindicação 8.



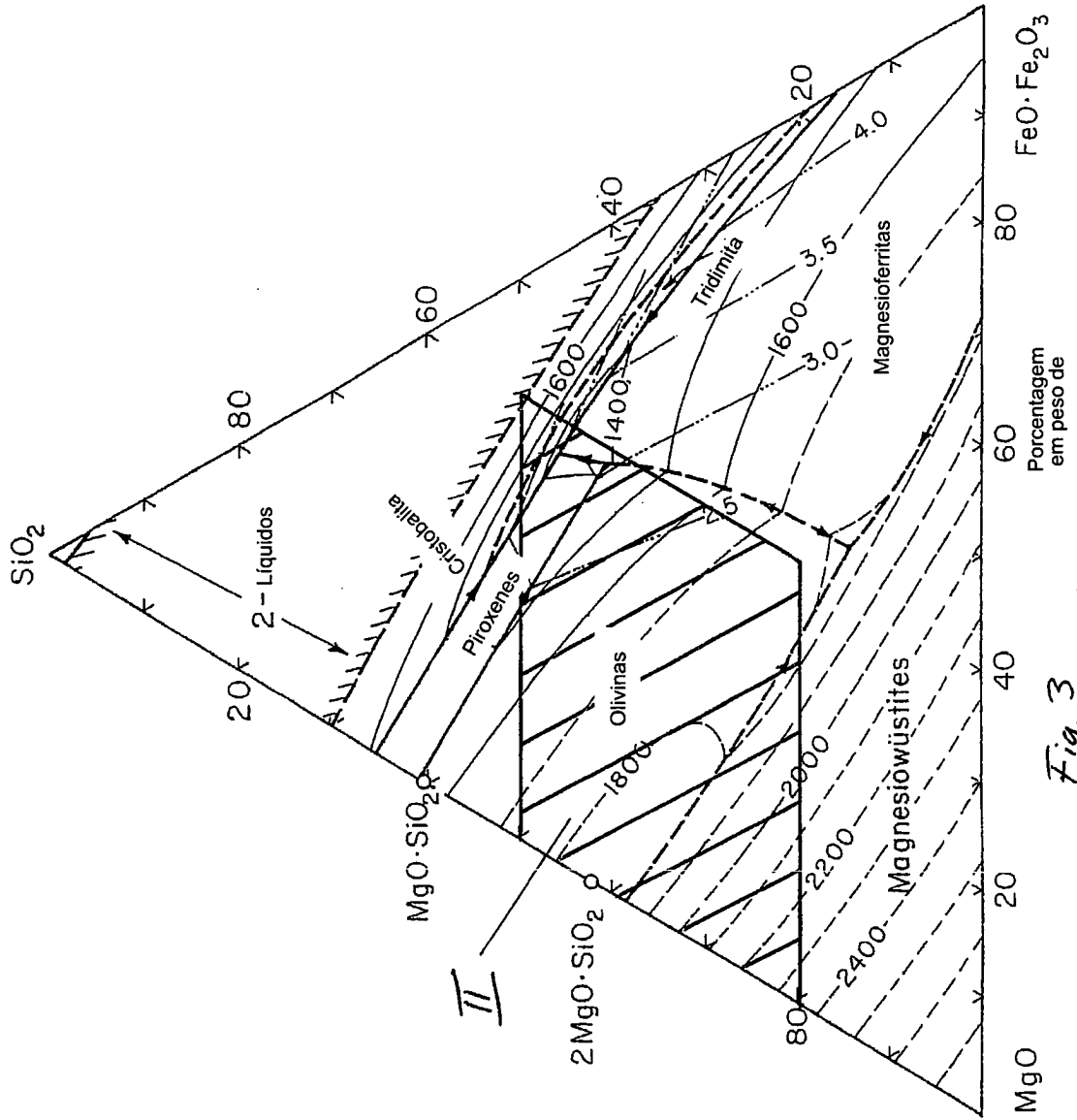


Fig. 3

RESUMO

Patente de Invenção: "**BATELADA RESISTENTE AO FOGO DE CERÂMICA PESADA BEM COMO PRODUTO RESISTENTE AO FOGO A PARTIR DELA**".

5 A presente invenção refere-se a uma batelada resistente ao fogo de cerâmica pesada bem como produto resistente ao fogo, apresentando principalmente

 a) pelo menos um componente principal básico, mineral, granulado, resistente ao fogo, de um material resistente ao fogo à base de MgO
10 ou MgO e CaO que se baseia em uma matéria-prima básica resistente ao fogo e

 b) pelo menos uma substância aditiva elastificante, à base de MgO, mineral, granulada, resistente ao fogo na forma de um material de forsterita ou mistura formadora de material de forsterita, preferivelmente como corpúsculos moldados, tais como péletes ou granulado triturado a partir
15 de peças prensadas, com tamanhos de grão de 0,3 até 8 mm, que apresentam convenientemente um adesivo, em quantidade que elastifica o componente principal.

Novo quadro reivindicatório (total de 19 reivindicações) para processamento na Fase Nacional Brasileira.

REIVINDICAÇÕES

1. Batelada resistente ao fogo de cerâmica pesada, apresentando principalmente

5 a) pelo menos um componente principal básico, mineral, granulado, resistente ao fogo, de um material resistente ao fogo à base de MgO ou MgO e CaO que se baseia em uma matéria-prima básica resistente ao fogo

b) e pelo menos uma substância aditiva elastificável livre de espinela, baseada em MgO, mineral, resistente ao fogo, granulada

10 b1) na forma de um material de forsterita com a seguinte granulagem:

1 - 6 mm 50 a 100, especialmente 70 a 80% em peso

0,25 - 1 mm 0 a 50, especialmente 20 a 30% em peso

ou

15 b2) na forma de um componente granulado de corpúsculos moldados, que, como mistura de farinha, apresentam meramente as matérias-primas para a formação *in situ* de forsterita ou material de forsterita e uma granulagem de 0,3 a 8 mm,

em que a substância aditiva está contida na batelada na quantidade elastificante no componente principal.

20 2. Batelada de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o componente principal é óxido de magnésio, preferivelmente óxido de magnésio de sinterização e/ou fusão, especialmente com teores de MgO entre 85 e 99% em peso e/ou doloma de óxido de magnésio, especialmente com teores de MgO entre 42 e 88% em peso e teores de CaO entre 25 10 e 50% em peso e/ou doloma, especialmente com teores de MgO entre 35 até 42% em peso e teores de CaO entre 50 e 62% em peso.

30 3. Batelada de acordo com a reivindicação 1 e/ou 2, caracterizada pelo fato de que a substância aditiva elastificante consiste no mineral olivina e/ou no mineral forsterita e/ou em um material de forsterita ou em uma mistura, que sob ação de temperatura forma forsterita e/ou material de forsterita *in situ*, sendo que os materiais de forsterita contêm principalmente o

mineral forsterita (acima de 50% em peso).

4. Batelada de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que a mistura ou o material de forsterita contém 50 a 80, especialmente 60 a 70% em peso, de MgO, 20 a 50, especialmente 30 a 40% em peso, de SiO₂, 0 a 20, especialmente 1 a 5% em peso, de CaO.

5. Batelada de acordo com a reivindicação 3 e/ou 4, caracterizada pelo fato de que a mistura ou o material de forsterita, especialmente em solução sólida, não ultrapassa 5% em peso, de CaO, não ultrapassa 25% em peso, de MgO e não ultrapassa 7% em peso, de SiO₂ acima da proporção de peso estequiométrico da forsterita.

6. Batelada de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que a mistura ou o material de forsterita contém 50 a 80, especialmente 60 a 70% em peso, de MgO, 20 a 50, especialmente 30 a 40% em peso, de SiO₂, 0 a 40, especialmente 1 a 10% em peso, de FeO e/ou Fe₂O₃.

7. Batelada de acordo com a reivindicação 3 e/ou 6, caracterizada pelo fato de que a mistura ou o material de forsterita, especialmente em solução sólida, não ultrapassa 15% em peso, de FeO e/ou Fe₂O₃, não ultrapassa 25% em peso, de MgO e não ultrapassa 7% em peso, de SiO₂ acima da proporção de peso estequiométrico da forsterita.

8. Batelada de acordo com uma ou mais das reivindicações 1 a 7, caracterizada pelo fato de que a substância aditiva forsterita e/ou o material de forsterita apresenta grãos de periclase incluídos distribuídos na matriz, que apresentam especialmente tamanhos de grãos entre 30 e 900, preferivelmente entre 50 e 200 μm, especialmente em quantidades de até 25, preferivelmente de 3 a 15% em peso.

9. Batelada de acordo com uma ou mais das reivindicações 1 a 8, caracterizada pelo fato de que a substância aditiva elastificante está presente em quantidades de 3 a 30, especialmente de 10 a 20% em peso, em relação à soma de elastificante mais componente principal.

10. Batelada de acordo com uma ou mais das reivindicações 1 a 9, caracterizada pelo fato de que o componente principal está presente com a seguinte granulação, preferivelmente em combinação com a granulação da

substância aditiva em uma granulação de uma típica curva de Fuller:

- 1 - 8 mm 20 a 50, especialmente 45 a 50% em peso,
- 0,25 - 1 mm 10 a 30, especialmente 15 a 20% em peso,
- < 0,25 mm 20 a 60, especialmente 25 a 30% em peso.

5 11. Batelada de acordo com uma ou várias das reivindicações 1 a 10, caracterizada pelo fato de que os corpúsculos moldados são péletes ou briquetes ou consistem em granulado triturado de peças perfiladas.

12. Batelada de acordo com a reivindicação 11, caracterizada pelo fato de que a mistura apresenta um adesivo.

10 13. Batelada de acordo com uma ou mais das reivindicações 1 a 12, caracterizada pelo fato de que a batelada contém um adesivo comum em quantidades comuns, tais como cimento, especialmente cimento aluminoso, sulfonato de lignina, silicato de metal alcalino, fosfato ou sulfato.

15 14. Batelada de acordo com uma ou mais das reivindicações 1 a 12, caracterizada pelo fato de que a batelada contém como adesivo, pez, preferivelmente em quantidades de 2 a 5% em peso, ou resina sintética, preferivelmente em quantidades de 3 a 4% em peso.

20 15. Batelada de acordo com uma ou várias das reivindicações 1 a 14, caracterizada pelo fato de que a batelada contém carbono, especialmente na forma de grafita, especialmente em quantidades de 2 a 20% em peso.

25 16. Batelada de acordo com uma ou mais das reivindicações 1 a 15, caracterizada pelo fato de que a batelada contém uma substância aditiva elastificante, que é preparada a partir de uma mistura de um componente de MgO finamente pulverizado, por exemplo, óxido de magnésio de sinterização ou óxido de magnésio de fusão ou óxido de magnésio cáustico com um teor de MgO de 90 a 100, especialmente de 93 a 99% em peso, bem como a partir de um componente de SiO₂ finamente pulverizado, por exemplo, farinha de quartzo, esteatita ou olivina com um teor de SiO₂ de 30 a 100, especialmente de 40 a 99% em peso, na proporção molar de M₂S ou com excesso de MgO desejado em relação ao M₂S, através de mistura íntima e em seguida, cozimento cerâmico da mistura a temperaturas entre 1600 e 2300°C,

30

resfriamento e quebra do produto cozido.

17. Batelada de acordo com a reivindicação 16, caracterizada pelo fato de que a mistura, da qual é preparada a substância aditiva elástica, contém adicionalmente um componente de CaO finamente dividido, tal como cal e/ou hidrato de cal calcinado em quantidades de até 20% em peso, ou um componente de FeO e/ou Fe₂O₃ em quantidades de até 40% em peso.

18. Produto resistente ao fogo na forma de um artigo conformado de tamanho grande prensado e eventualmente temperado a temperaturas entre 80 e 800°C, por exemplo, na forma de um elemento de composição de uma batelada, como definida em uma ou mais das reivindicações 1 a 17.

19. Produto de acordo com a reivindicação 18, preparado através do cozimento do artigo conformado a temperaturas entre 800 e 1800, especialmente entre 1400 e 1700°C.