



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0822533-8 B1



(22) Data do Depósito: 27/10/2008

(45) Data de Concessão: 09/04/2019

(54) Título: AGLUTINANTE PARA REFRATÁRIOS MONOLÍTICOS

(51) Int.Cl.: C04B 35/66; C04B 7/32; C04B 35/44; F27D 1/00.

(30) Prioridade Unionista: 25/04/2008 JP 2008-115533.

(73) Titular(es): NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION; DENKI KAGAKU KOGYO KABUSHIKI KAISHA.

(72) Inventor(es): YOSHITOSHI SAITO; ATSUNORI KOYAMA.

(86) Pedido PCT: PCT JP2008069838 de 27/10/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/130811 de 29/10/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 25/10/2010

(57) Resumo: AGLUTINANTE PARA REFRATÁRIOS MONOLÍTICOS A presente invenção refere-se a um aglutinante para refratários monolíticos caracterizado por conter ingredientes compreendidos de uma composição química de pelo menos um de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$, e $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$ ou estes mais $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (em que, $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, e $0 \leq z \leq 1$) e um aglutinante para refratários monolíticos e refratários monolíticos superior em resistência à erosão com escória ou ferro fundido por refratários monolíticos compreendidos deste aglutinante e agregados refratários são fornecidos.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"AGLUTINANTE PARA REFRAATÓRIOS MONOLÍTICOS"**.

CAMPO TÉCNICO

A presente invenção refere-se a um aglutinante usado para re-
5 fratórios monolíticos usados para revestimento interno ou para reparo de um
forno industrial e a um tal refratário monolítico.

ANTECEDENTE DA TÉCNICA

Para o aglutinante para refratários para os revestimentos in-
ternos de fornos industriais de vários processos a alta temperatura tais
10 como processo de fabricação de aço, fosfato de sódio, silicato de sódio,
resina furano, resina fenólica, piche, lactato de alumínio, aluminato de
sódio, sílica sol, alumina sol, álcool polivinílico, metil celulose, carboxime-
til celulose, silicato de etila, cimento de alumina, alumina hidráulica e
numerosos outros compostos inorgânicos e orgânicos estão sendo usa-
15 dos.

Nestes últimos anos, no campo dos refratários, devido a melho-
rias na capacidade de instalação, facilidade de reparo etc., está sendo feito
um maior uso de refratários monolíticos. Os refratários monolíticos estão
agora sendo amplamente usados mesmo em localizações em contato com
20 ferro fundido ou com escória a alta temperatura onde eram anteriormente
usados tijolos moldados.

Na produção de refratários monolíticos, não são realizadas ope-
rações em prensa tais como observadas na produção de refratários molda-
dos. Portanto, a importância das características do material ou de aglutinan-
tes é grande. Entre estes, o cimento de alumina (composto constituinte prin-
25 cipal: $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$, $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$) está sendo usado para am-
plas aplicações como um aglutinante para refratários para cubas, conchas,
recipientes intermediários etc.

Além disso, os aglutinantes do tipo alumina que incluem ingredi-
30 entes sem ser $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ também estão sendo estudados. Por exemplo, A
Publicação da Patente Japonesa (A) Nº 52-148524 e A Publicação da Paten-
te Japonesa (A) Nº 58-26079 divulgam uma mistura de materiais para a pro-

dução de cimento de alumina refratário principalmente compreendido de bário ou de estrôncio e de alumina. Especificamente, tratando com aquecimento adequadamente uma mistura de carbonatos e cloratos, é obtida uma mistura de materiais para a produção de cimento.

- 5 Além disso, o *Journal of the Ceramic Society of Japan* (89, 10, 572-577, 1981, Ito e outros) divulga adicionar a um cimento à base de $\text{CaO-SrO-Al}_2\text{O}_3$ um reagente de alta pureza comercialmente disponível e misturar e queimar o mesmo para preparar um protótipo aglutinante e apresenta a propriedade de endurecimento pela adição de água.

10 DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

Os problemas a serem resolvidos pela presente invenção são os seguintes:

- atualmente, estão sendo desejadas melhorias na qualidade do aço. A temperatura e outras condições de operações estão, portanto se tornando mais rígidas. Por outro lado, com aglutinantes convencionais, a resistência à erosão à alta temperatura etc. está se tornando insuficiente. O cimento de alumina geralmente usado e os outros aglutinantes mais facilmente formam óxidos de ferro e substâncias a uma baixa temperatura no ferro fundido e na escória em comparação com os ingredientes agregados refratários que formam os refratários monolíticos. Nas partes aglutinantes, há, portanto, perda de erosão ou infiltração dos refratários e, portanto, o problema da incapacidade de fazer uso suficiente da durabilidade inerente dos ingredientes agregados refratários.

- 25 Sob este aspecto, na Publicação da Patente Japonesa (A) Nº 52-148524, é fornecida uma mistura de material para produzir um cimento refratário de alumina principalmente compreendido de bário ou de estrôncio e é fornecida alumina. A resistência etc. de materiais hidráulicos de clínquer foi investigada, porém a resistência à compressão não foi suficientemente exibida 3 dias e 7 dias depois da produção. A resistência máxima foi finalmente exibida após 28 dias.

No entanto, em refratários monolíticos comuns, frequentemente, depois de um dia, os refratários são secos e a sua temperatura é elevada e

são expostos ao ambiente de uso. A resistência máxima precisa ser exibida dentro de 24 horas. Por esta razão, um aglutinante que finalmente exibe a sua resistência máxima depois de 28 dias não pode ser usado para refratários monolíticos.

5 Além disso, as características a uma alta temperatura acima de 1000 °C não são divulgadas. Além disso, a resistência à erosão em ferro fundido ou escória a alta temperatura não é evidente. Os meios para aplicação a refratários monolíticos com superior resistência à erosão a uma alta temperatura não são apresentados.

10 Além disso, na Publicação da Patente Japonesa (A) Nº 58-26079, é fornecida uma mistura de isolante térmico fusível que usa aluminato de estrôncio como um aglutinante. Embora seja obtido um material isolante térmico que tenha resistência a uma alta temperatura, este é para aplicações de isolamento térmico de revestimentos internos nas superfícies de trás
15 dos fornos giratórios industriais, de modo que a resistência à erosão para ferro fundido ou escória a alta temperatura, uma característica essencial para o desgaste do revestimento de fornos industriais, não é evidente. Além disso, quando se usa o aluminato de estrôncio como um aglutinante, os íons de estrôncio são facilmente eluídos durante a misturação, assim a aglomeração ocorre facilmente devido a isso. Torna-se claro que a misturação de
20 um produto fusível isolante térmico usando-se o aluminato de estrôncio como um aglutinante não é fácil.

Além disso, o *Journal of the Ceramic Society of Japan* (89, 10, 572-577, 1981, Ito e outros) demonstra que o cimento à base de CaO-SrO-
25 Al₂O₃ foi produzido como um protótipo e que a resistência do corpo endurecido com uma quantidade de 0,3 a 0,4 mol de substituição de Sr se torna extremamente grande, porém as características a uma alta temperatura acima de 1000 °C não são divulgadas de modo algum. Novamente, os maios para a aplicação a refratários monolíticos superiores em resistência à erosão
30 a uma alta temperatura não são apresentadas de maneira alguma.

Devido às restrições acima, o aglutinante realmente usado industrialmente para refratários monolíticos é correntemente cimento de alu-

mina compreendido principalmente de $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ e que possui $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$, $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ e vários outros aditivos.

Para fins de referência, atualmente, como o cimento de alumina usado para um aglutinante para refratários monolíticos, por exemplo, podem ser mencionados os produtos obtidos por Denka denominados "High Alumina Cement ES", "High Alumina Cement VS-2", "High Alumina Cement Super 90", "High Alumina Cement Super G", "High Alumina Cement Super 2", "High Alumina Cement Super" etc. e produtos obtidos por Lafarge denominados "Secar 71", "Secar 80" etc., porém todos estes são principalmente compreendidos de $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ e $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ou $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$, $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ e têm pequenas quantidades de aditivos mesclados de acordo com as propriedades.

Portanto, para combinar com a temperatura cada vez mais rigorosa e outras condições da operação, o desenvolvimento de um aglutinante para refratários monolíticos superiores em resistência à erosão à alta temperatura foi intensamente desejado ferro ou escória.

A presente invenção tem por objetivo a provisão de um aglutinante para refratários monolíticos superiores em resistência à erosão à escória e ferro fundido e superior em capacidade de instalação e em estabilidade a alta temperatura comparado com cimento de alumina convencional e um refratário monolítico que usa o mesmo.

A essência da presente invenção é a seguinte.

(1) Aglutinante para refratários monolíticos caracterizado por conter um ingrediente compreendido da composição química de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ (em que, $0 < x < 1$).

(2) Aglutinante para refratários monolíticos como apresentado em (1) caracterizado por conter $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ em 10% em massa até 60% em massa e tendo Al_2O_3 mesclado no mesmo em 40% em massa até 90% em massa (em que, $0 < x < 1$).

(3) Aglutinante para refratários monolíticos caracterizado por conter um ingrediente compreendido da composição química de $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$ (em que, $0 < y < 1$).

(4) Aglutinante para refratários monolíticos como apresentado

em (3) caracterizado por conter $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$ em 10% em massa até 70% em massa e tendo Al_2O_3 mesclado no mesmo em 30% em massa até 90% em massa (em que, $0 < y < 1$).

(5) Aglutinante para refratários monolíticos caracterizado pelo fato de que o teor total de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ e $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$ é de 10% em massa até 60% em massa e pelo fato de que o Al_2O_3 é mesclado em 40% em massa até 90% em massa (em que, $0 < x < 1$ e $0 < y < 1$).

(6) Aglutinante para refratários monolíticos caracterizado pelo fato de que o teor total de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ e $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ é de 10% em massa até 60% em massa e pelo fato de que Al_2O_3 é mesclado em 40% em massa até 90% em massa (em que, $0 < x < 1$ e $0 < z < 1$).

(7) Aglutinante para refratários monolíticos caracterizado pelo fato de que a quantidade total de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$, $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$ e $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ is 10% em massa a 60% em massa e pelo fato de que Al_2O_3 é mesclado em 40% em massa a 90% em massa (em que, $0 < x < 1$, $0 < y < 1$, e $0 < z < 1$).

(8) Refratário monolítico caracterizado por possuir um aglutinante como apresentado em qualquer um de (1) a (7) e um agregado refratário misturado no mesmo.

(9) Um refratário monolítico como apresentado em (8), o dito refratário monolítico caracterizado pela misturação e um aglutinante em 0,5% em massa até 10% em massa indexado ao total do aglutinante e o agregado refratário como 100% em massa.

O efeito obtido pela presente invenção é como a seguir: Isto é, o aglutinante para refratários monolíticos de acordo com a presente invenção é superior em resistência à erosão à escória ou a ferro fundido e exibe o efeito de extensão da vida útil de refratários monolíticos para revestimentos internos de fornos industriais usados a uma alta temperatura.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1 é uma vista detalhada que apresenta o formato de uma amostra para avaliação.

A figura 2 é uma vista externa de um forno de erosão por rota-

ção.

A figura 3 é uma vista detalhada que apresenta uma seção transversal de um forno giratório de erosão.

MELHOR MODO PARA A REALIZAÇÃO DA INVENÇÃO

5 Os inventores anotaram a substituição do Ca em um aglutinante para refratários monolíticos com um elemento metálico do ponto de vista da melhoria do caráter refratário de refratários monolíticos e recém-descoberto que por obtenção o SrO forma uma solução sólida em cimento de alumina convencional de $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, é possível obter uma superior resistência à ero-
10 são pela escória ou pelo ferro fundido e melhor capacidade de instalação a estabilidade a alta temperatura.

Observa-se que "solução sólida" indica o estado em que dois ou mais tipos de elementos (metal ou não metal possível) se dissolvem entre si e formam uma fase sólida uniforme como um todo. Devido à solução sólida,
15 a estrutura cristalina não varia. Isto era explicado em detalhe a seguir.

(1) da presente invenção é um aglutinante para refratários monolíticos que contêm ingredientes da solução sólida com uma composição química expressa por $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ obtido fazendo com que o SrO forme uma solução sólida em cimento de alumina convencional $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$.

20 Os inventores recém-descobriram que esta solução sólida tem uma propriedade hidráulica, tem um ponto de fusão maior do que o cimento de alumina convencional $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, e superior em estabilidade a alta temperatura quando reage com água para formar um objeto endurecido.

Neste caso, como a faixa de "x" de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$, se uma faixa
25 de $0 < x < 1$, qualquer valor é possível. Isto é, é suficiente que o estado seja um em que SrO forma uma solução sólida. Formando uma tal solução sólida, o ponto de fusão se torna mais alto do que o do cimento de alumina convencional, a estabilidade a alta temperatura na ocasião em que reage com água para formar um objeto endurecido se torna superior e a resistência à
30 erosão em relação ao ferro ou à escória fundidos a alta temperatura se torna superior.

O aglutinante da presente invenção precisa somente incluir in-

gredientes compreendidos da composição química de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$. O teor do $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ não está particularmente definido. No entanto, para permitir que este efeito seja facilmente exibido, o teor do $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ é de preferência 10% em massa ou mais. Além disso, quanto mais alto o teor, melhor, assim o limite superior pode ser de 100% em massa.

Quando o aglutinante tiver um balanço sem ser $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$, como a composição do balanço, Al_2O_3 é típica, porém, além disso, podem ser mencionados SiO_2 , TiO_2 , Fe_2O_3 , MgO , etc..

(2) da presente invenção é de preferência um aglutinante em que Al_2O_3 é mesclado quando um maior grau de aspecto refratário do objeto endurecido é necessário quando $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ reata com água para formar um objeto endurecido. O teor no aglutinante é um $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ de 10% em massa até 60% em massa e mesclado Al_2O_3 de 40% em massa até 90% em massa.

Se o teor do $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ for menor do que 10% em massa, devido aos ingredientes e à distribuição do tamanho da partícula do agregado refratário dos refratários monolíticos, às vezes torna-se difícil obter um objeto endurecido suficientemente.

Por outro lado, se mais de 60% em massa, devido aos ingredientes e a distribuição do tamanho da partícula do agregado refratário dos refratários monolíticos, a taxa de endurecimento às vezes se torna demasiadamente rápida e torna-se difícil garantir um tempo de uso suficiente para instalação.

Além disso, com a quantidade do Al_2O_3 mesclada de 40% em massa ou mais, é elevar suficientemente a resistência e o aspecto refratário do objeto endurecido, assim isto é preferível. No entanto, mesmo se mais 90% em massa forem mesclados, o teor do $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ se torna relativamente menor, assim o endurecimento uniforme se torna difícil. Portanto, 90% em massa ou menos é preferível.

Como o agregado refratário para o refratário monolítico, podem ser usados alumina fundida, bauxita fundida, alumina sinterizada, alumina calcinada, mulita fundida, mulita sintética, sílica fundida, zircônia fundida,

zircônia mulita fundida, zircônio, clínquer de magnésia, magnésia fundida, cromo-magnésia fundida, espinélio sinterizado, espinélio fundido, carbureto de silício, grafite em flocos, grafite amorfa, silimanita, quianita, andalucita, pirofilita, xisto, clínquer de dolomita, pedra silicosa etc. Um destes tipos ou
5 uma combinação de dois ou mais destes tipos pode ser usado.

(3) da presente invenção é um aglutinante para refratários monolíticos contendo os ingredientes de uma solução sólida da composição química expressa por $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$ obtido fazendo com que o SrO forme uma solução sólida com o $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ do componente composto de cimento de
10 alumina convencional.

Os inventores recém-descobriram que esta solução sólida, como o aglutinante de acima (1), tem uma propriedade hidráulica, tem um ponto de fusão mais alto do que o cimento de alumina convencional $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ e é superior em estabilidade a alta temperatura quando reage com água para
15 formar um objeto endurecido.

Neste caso, como a faixa de "y" de $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$, se uma faixa de $0 < y < 1$, qualquer valor é possível. Isto é, é suficiente que o estado seja um em que SrO forme uma solução sólida. Por formação de uma tal solução sólida, o ponto de fusão se torna mais alto do que o do cimento de alumina
20 convencional, a estabilidade a alta temperatura na ocasião em que se reage com água para formar um objeto endurecido se torna superior e a resistência à erosão em relação ao ferro fundido ou à escória a alta temperatura se torna superior.

O aglutinante da presente invenção precisa somente incluir ingredientes compreendidos da composição química de $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$. O teor do $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$ não é particularmente definido. No entanto, para permitir que este efeito seja facilmente exibido, o teor do $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$ é de preferência de 10% em massa ou mais. Além disso, quanto maior o teor, melhor, assim o limite superior pode ser de 100% em massa.
25

Quando aglutinante tiver uma fórmula sem ser $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$, como a composição da fórmula, podem ser mencionados uns similares ao caso do aglutinante (1) acima.
30

(4) da presente invenção é de preferência um aglutinante em que o Al_2O_3 está mesclado quando também é procurado um aumento na resistência e no aspecto refratário do objeto endurecido quando o $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$ reata com água para formar um objeto endurecido. Os teores adequados no aglutinante são um $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$ de 10% em massa até 70% em massa e uma quantidade de Al_2O_3 de 30% em massa até 90% em massa.

Se o teor do $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$ for menor do que 10% em massa, devido aos ingredientes e à distribuição do tamanho da partícula do agregado refratário dos refratários monolíticos, às vezes se torna difícil se obter uma resistência endurecida suficiente.

Por outro lado, se acima de 70% em massa, devido aos ingredientes e à distribuição do tamanho da partícula do agregado refratário dos refratários monolíticos, a taxa de endurecimento às vezes se torna demasiadamente rápida e torna-se difícil de garantir um tempo de uso demasiadamente rápido e suficiente para a instalação.

Além disso, quando a quantidade do Al_2O_3 mesclado for de 30% em massa ou mais, é possível elevar suficientemente a resistência e o aspecto refratário do objeto endurecido, assim isto é preferível. No entanto, mesmo se acima de 90% em massa for mesclado, o teor do $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$ torna-se relativamente menor, assim às vezes se torna difícil o endurecimento uniforme. Portanto, são preferíveis 90% em massa ou menos.

(5) da presente invenção é um aglutinante compreendido de uma mistura dos aglutinantes de (1) e (3) acima em que Al_2O_3 é mesclado. Os teores adequados no aglutinante são um total do $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ e $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$ de 10% em massa até 60% em massa e uma quantidade de Al_2O_3 de 40% em massa até 90% em massa. Neste caso, a proporção de misturação de (1) e (3) acima pode ser feita em qualquer proporção e não está particularmente definida.

(6) da presente invenção é um aglutinante compreendido de uma mistura do aglutinante do (1) acima e os ingredientes da solução sólida expressa por $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ no qual o Al_2O_3 é mesclado. Os conteúdos adequados no aglutinante são um total do $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ e

12(CaO)_z(SrO)_{1-z}·7Al₂O₃ de 10% em massa até 60% em massa e uma quantidade de Al₂O₃ de 40% em massa até 90% em massa. Neste caso, a proporção de mistura do aglutinante de (1) acima e um aglutinante de 12(CaO)_z(SrO)_{1-z}·7Al₂O₃ pode ser obtida em qualquer proporção e não é particularmente definida.

(7) da presente invenção é um aglutinante compreendido de uma mistura dos aglutinantes de (1) e (3) acima e os ingredientes da solução sólida expressos em 12(CaO)_z(SrO)_{1-z}·7Al₂O₃ no qual Al₂O₃ é mesclado. Os teores adequados no aglutinante são um total de Ca_xSr_{1-x}Al₂O₄, Ca_ySr_{1-y}Al₄O₇ e 12(CaO)_z(SrO)_{1-z}·7Al₂O₃ de 10% em massa até 60% em massa e uma quantidade de Al₂O₃ de 40% em massa até 90% em massa. Neste caso, a proporção de mistura dos aglutinantes de (1) e (3) e os ingredientes do 12(CaO)_z(SrO)_{1-z}·7Al₂O₃ podem ser obtidos em qualquer proporção e não estão particularmente definidos.

Quando se usa um aglutinante para refratários monolíticos da presente invenção para produzir refratários monolíticos reais, é recomendado que a proporção de mistura do aglutinante e do agregado refratário pode ser feita quando o aglutinante for de 0,5% em massa até 10% em massa quando indexados ao total do aglutinante e do agregado refratário como 100% em massa.

Se for menor do que 0,5% em massa, a ligação é insuficiente e a resistência depois do endurecimento do aglutinante às vezes se torna insuficiente.

Além disso, se acima de 10% em massa, a variação em volume devido ao processo de hidratação e de desidratação do aglutinante às vezes tem um efeito sobre os refratários monolíticos como um todo e que racham etc. às vezes formam.

Como o agregado refratário para refratários monolíticos, podem ser usados alumina fundida, bauxita fundida, alumina sinterizada, alumina calcinada, mulita fundida, mulita sintética, sílica fundida, zircônia fundida, zircônia mulita fundida, zircônio, cromo magnésia, magnésia fundida, cromo-magnésia fundida, espinélio sinterizado, espinélio fundido, carbureto de silí-

cio, grafite em flocos, grafite amorfa, silimanita, quianita, andalucita, pirofilita, xisto, clínquer de dolomita, pedra silicosa etc. Um destes tipos ou uma combinação de dois ou mais destes tipos pode ser usado.

Quando se usa o aglutinante da presente invenção para um aglutinante para refratários monolíticos, a quantidade da água ou de solvente aquoso na ocasião da instalação não é particularmente definida. No entanto, embora dependendo também da distribuição do tamanho da partícula do agregado e do tipo ou da quantidade do dispersante, geralmente aproximadamente 2 a 10% em massa em relação ao agregado refratário são adequados.

Se menor do que 2% em massa, o endurecimento se torna mais duro. Além disso, se mais do que 10% em massa, a quantidade referente à formação de uma estrutura endurecida se torna relativamente alta. A variação em volume durante a reação de endurecimento etc. facilmente tem um efeito prejudicial sobre a qualidade do refratário.

Além disso, quando se usa o aglutinante da presente invenção para o aglutinante para refratários monolíticos, é preferível adicionar um dispersante ou um agente de ajuste de endurecimento para controlar a taxa da hidratação e as reações de endurecimento de acordo com a temperatura e a umidade do ar.

Como dispersantes, podem ser usados principalmente carbonato de sódio, bicarbonato de sódio, ácido cítrico, citrato de sódio, ácido tartárico, tartarato de sódio ou outros ácidos carboxílicos, ácido poliacrílico ou ácido metacrílico e seus sais, tripolifosfato de sódio, hexametáfosfato de sódio ou outros fosfatos condensados e/ou seus sais de metal alcalino ou de metal alcalinoterroso etc.

Como agentes de ajuste de endurecimento pode ser usado um retardador de endurecimento ou um acelerador de endurecimento. Como o retardador de endurecimento podem ser usados ácido bórico, bórax, gluconato de sódio, fluoreto de silício etc. Por outro lado, como o acelerador de endurecimento, podem ser usados carbonato de lítio ou outros sais de lítio ou hidróxido de cálcio, aluminatos etc.

Além disso, também é possível usar o processo de adição de Vinyon ou de outras fibras orgânicas, alumínio metálico em pó, lactato de alumínio e outros agentes explosivos de prevenção de ruptura e de elevação da porosidade do material.

- 5 Além disso, para melhorar a fluidez, melhorar a capacidade de enchimento e melhorar a capacidade de sinterização, é possível adicionar pó ultrafino. Por exemplo, este pode ser sílica esfumaçada, sílica coloidal, alumina reativa, sílica amorfa, zircônio, carbureto de silício, nitreto de silício, óxido de cromo, óxido de titânio e outro pó inorgânico de 0,01 até 100 μm aproximadamente de tamanho da partícula.

Quando se mesclam magnésia ou outros agregados básicos, às vezes formam-se rachaduras com a hidratação e a expansão da magnésia. Para suprimir isto, é preferível adicionar um aditivo com uma alta atividade na superfície, tal como sílica esfumaçada.

- 15 Além disso, para usar o aglutinante para refratários monolíticos da presente invenção para produzir um objeto endurecido denso, quando amassado com água um agente de redução de água à base de ácido policarboxílico ou um agente de redução de água à base de éter, um agente de redução de água à base de lignina ou outro um agente de redução de água, podem ser usados um agente de redução de água de alto desempenho, um agente de redução de água AE de alto desempenho ou outra mistura química. Os tipos e as quantidades destas misturas químicas podem ser selecionados adequadamente pelo tipo ou pela quantidade do agregado refratário misturado, da temperatura de instalação ou de outras condições.

- 25 Como o método de produção dos aglutinantes para refratários monolíticos da presente invenção compreendia $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$, $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$, e $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$, o método de utilização de calcário (principalmente CaCO_3), cal viva (principalmente CaO), alumina refinada ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$) ou bauxita (material Al_2O_3), estrontianita (SrCO_3) ou celestita (SrSO_4) como materiais, misturação dos materiais para fornecer a proporção molar do aglutinante composição visada e fusão ou combustão do resultado em um forno elétrico, forno de reverberação, forno vertical ou forno de cha-

miné ou forno giratório a 1100 °C ou mais, de preferência 1300 °C ou mais, mais preferivelmente 1500°C ou a uma temperatura mais alta podem ser mencionados.

- Estas temperaturas e a variação os tempos de fusão e de combustão dependem do volume do forno, da capacidade de aquecimento e de outras especificações. Na prática, é importante confirmar a fase produzida da amostra depois da fusão e da combustão por difração de raios X e confirmar a formação do aglutinante-alvo.

- Além disso, quando se produz um aglutinante compreendido de uma composição de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ ou $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$, 1300 °C ou mais é preferível. Quando se produz um aglutinante compreendido de uma composição de $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$, uma temperatura mais alta do que esta, por exemplo, a 1500 °C ou a uma temperatura mais alta é preferível para fusão ou combustão. Quando a fase não for apenas $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$, porém o $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ também estiver presente, uma temperatura mais alta ainda, por exemplo, uma temperatura de 1700 °C ou mais alta é preferível para fusão ou combustão.

- Antes da fusão ou da combustão, estes materiais são preferencialmente pulverizados por um pulverizador até 50% de um tamanho médio de 0,5 até 100 μm aproximadamente. Isto é porque se a inclusão de partículas mais grossas do que esta, permanecem muitas partes sem reagir e às vezes o efeito inerente da invenção é difícil de se obter.

- Além disso, depois da fusão ou da combustão, é preferível por o material em contato com ar ou água a alta pressão para resfriamento para obter um material hidráulico de estrutura uniforme.

- Além disso, o total do CaO, Al_2O_3 e SrO no material de preferência tem uma grande pureza de 98% em massa ou mais. O TiO_2 , o MgO, o Fe_2O_3 , ou outras impurezas contidas na bauxita ou na barita são capazes de diminuir as propriedades físicas a uma alta temperatura e têm de preferência uma quantidade tão pequena quanto possível.

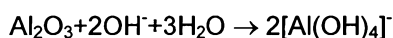
O tamanho da partícula do material hidráulico tem um efeito sobre a reação de hidratação da taxa de endurecimento, de modo que depois

da fusão ou da combustão, é preferível usar um pulverizador para ajustar o tamanho até em torno de 1 a 20 μm . Este tamanho da partícula é o resultado da medida por um analisador de tamanho da partícula que usa o método de difração com laser, o método de difusão com laser, o método de equilíbrio de sedimentação etc. e expressa 50% do tamanho médio. Para amassar o material, podem ser usados um misturador de Eirich, um tambor giratório, um misturador de cone, um misturador do tipo "V", um misturador do tipo omni, um misturador NAUTA ou outro misturador para tornar as misturas uniformes.

Como o pulverizador, podem ser usados um moinho vibratório, um moinho de tubo, um moinho de bolas, um moinho de cilindros ou outros pulverizados de uso industrial.

Além disso, pode ser produzido um aglutinante que contenha $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ em 10% em massa até 60% em massa e que possua Al_2O_3 misturado em uma quantidade de 40% em massa até 90% em massa por mesclagem de α -alumina em pó ao material hidráulico de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ obtido pelo método descrito acima.

A α -alumina em pó é uma alumina de grande pureza que contém Al_2O_3 em 90% em massa ou mais. Em geral, a alumina é produzida pelo método de Bayer. Com este processo, primeiro a bauxita é lavada com uma solução quente de hidróxido de sódio (NaOH) a 250 $^{\circ}\text{C}$. Neste processo, a alumina é convertida a hidróxido de alumínio ($\text{Al}(\text{OH})_3$) e é dissolvida por uma reação como apresentada pela seguinte fórmula química:



Nesta ocasião, os outros ingredientes na bauxita não irão se dissolver e podem ser removidos por filtração como impurezas sólidas. Se a seguir for resfriada a solução, o hidróxido de alumínio dissolvido irá precipitar como um sólido branco semelhante a algodão. No caso de uma combustão em um forno giratório etc. a 1050 $^{\circ}\text{C}$ ou mais, ocorre a desidratação como apresentado a seguir e é produzida alumina:



A fluidez como um aglutinante é dirigida pela área da superfície

específica da α - Al_2O_3 misturada ao material hidráulico, assim a área da superfície específica BET é de preferência de 0,1 até 20 m^2/g aproximadamente.

5 A α - Al_2O_3 pode ser preparada como um pó fino com antecedência ou pode ser misturada e pulverizada com o material hidráulico para preparação.

Além disso, os aglutinantes de (4) a (7) podem ser produzidos similarmente por misturação da α -alumina em pó com os ingredientes das respectivas soluções sólidas.

10 Exemplos

A seguir, com mais detalhe, serão usados Exemplos para explicar a presente invenção, porém a presente invenção não é limitada a estes Exemplos.

15 Como os materiais, foram usados CaCO_3 de pureza de 99% em massa (obtido por Ube Materiais), SrCO_3 de pureza de 98% em massa (obtido por Sakai Chemical Industry), e α -alumina de alta pureza de 99% em massa (obtido por Nippon Light Metal).

20 Os materiais foram pesados em uma balança de modo a fornecer as composições químicas da Tabela 1 até a Tabela 14 a seguir e foram misturados e pulverizados por um almofariz. 1% em massa de água foi adicionado a 100% em massa do material misturado e pulverizado para formar grânulos que foram então tratados a quente em um forno elétrico Siliconit a 1400 °C durante 48 horas, então a temperatura foi diminuída até a temperatura comum e deixado esfriar ao ar, então pulverizado por um moinho de 25 bolas para obter os materiais hidráulicos desde o Exemplo 1 até o Exemplo 131.

Além disso, em relação aos Exemplos em que o Al_2O_3 é misturado a α -alumina de alta pureza (obtida por Nippon Light Metal) é misturada aos materiais hidráulicos obtidos a proporções pré-determinadas.

30 Esta % em massa de aglutinante e a % em massa de agregado refratário (tamanho da partícula peneirada 1 μm ou 50% em massa de alumina menos sinterizada, 43% em massa de alumina fundida com tamanho

da partícula de 5 μm até 5 mm, 6% em massa de magnésia, 0,8% em massa de flor de sílica, 0,20% em massa de fibra de Vinyon) foram misturadas por uma proporção de 8:92 por um misturador omni durante 1 minuto para obter misturas dos mesmos. Além disso, em uma câmara a uma temperatura constante de 20 °C, a cada mistura como 100% em massa, foram adicionados 6,8% em massa de água e o resultado misturado e amassado por um almofariz para obter amostras de refratários monolíticos.

As amostras de refratário monolítico preparadas, 300 g cada, foram transferidas para bécheres que foram então colocados em um tanque à temperatura constante mantido a 20 °C. Os resistores de platina para medir a temperatura foram introduzidos nos centros das amostras para medir o tempo necessário para que sejam alcançados picos exotérmicos de hidratação da transferência para o tanque à temperatura constante como o tempo de endurecimento.

Além disso, as amostras de refratário monolítico foram endurecidas em uma câmara de temperatura constante a 20 °C para preparar refratários de 40 $\times$ 40 $\times$ 160 mm que foram usados para corpos de prova para avaliação da resistência à erosão pela escória a uma alta temperatura.

A resistência à erosão pela escória a uma alta temperatura foi calculada pelo processo de erosão giratória. Para um forno rotativo, os refratários foram recortados no formato de figura 1 para preparar os corpos de prova (refratários 1). Oito refratários 1 foram reunidos como o revestimento interno como apresentado na figura 2. Foi obtido o tamanho a = 67 mm, b = 41 mm, c = 48 mm e d = 114 mm. Além disso, no lado de dentro dos oito refratários 1 no revestimento interno, foi reunida uma placa cilíndrica protetora 2 (aproximadamente 150 mm ϕ).

Os refratários 1 assim reunidos, como apresentado na figura 3, foram ajustados no forno rotativo. Enquanto giram os refratários 1, a temperatura foi elevada pela operação de combustão do queimador 3 do lado de dentro do forno rotativo. Como o gás de combustão, foi usada uma mistura de uma proporção em volume de LPG 1: oxigênio 5. Além disso, 4 indica a escória e 5 a carga.

A perda por erosão de cada corpo de prova foi determinada pela medição das dimensões restantes em cinco pontos a cada intervalo de 20 mm (no caso da espessura da camada descarburizada, espessura da camada não oxidada), calculando a diferença desde a espessura inicial (48 mm) e calculando a média. A composição da escória 4 foi obtida $\text{CaO} = 50,5\%$ em massa, $\text{SiO}_2 = 16,8\%$ em massa, $\text{MgO} = 7\%$ em massa, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 2\%$ em massa, $\text{MnO} = 3,5\%$ em massa e $\text{FeO} = 20,2\%$ em massa, a temperatura do teste foi obtida 1600°C , tratada 25 minutos como uma carga na qual a escória 4 foi substituída em uma quantidade de 500 g e o teste foi conduzido durante um total de seis cargas durante 2 horas e 30 minutos. A escória 4 foi mudada pelo processo de inclinar o tambor horizontal e descarga do mesmo.

[1] Refratários monolíticos contendo ingredientes compreendidos de composições químicas de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$

O Exemplo 3 até o Exemplo 5 usam refratários monolíticos produzidos usando materiais hidráulicos em que todos os ingredientes aglutinantes são compreendidos de composições químicas de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ ($=(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$), o Exemplo 1, o Exemplo 2, e o Exemplo 6 até o Exemplo 14 usam refratários monolíticos produzidos usando aglutinantes em que Al_2O_3 também é mesclado em uma quantidade predeterminada, o Exemplo Comparativo 1 usa refratários monolíticos compreendidos de ingredientes aglutinantes sem Sr e o Exemplo Comparativo 2 usa refratários monolíticos do ingredientes aglutinantes sem Ca de modo a medir os tempos de endurecimento e conduzir testes de erosão giratória usando escória. As composições químicas, os resultados de medidas dos tempos de endurecimento e os resultados do teste de erosão giratória dos Exemplos e dos Exemplos Comparativos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1

		Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4	Ex. 5	Ex. 6
Formulação de material (% em massa)	CaCO ₃	1,8	13,7	4,1	22,1	43,5	2,4
	SrCO ₃	2,6	20,4	54,5	32,9	7,2	32,7
	α -Al ₂ O ₃	3,6	27,9	41,4	45,0	49,3	24,8
(CaO) _x (SrO) _{1-x} Al ₂ O ₃ (% em massa)		8,0	62,0	100,0	100,0	100,0	60,0
Valor de x		0,5	0,5	0,1	0,5	0,9	0,1
Al ₂ O ₃ (% em massa)*		92,0	38,0	0,0	0,0	0,0	40,0
Tempo de endurecimento (horas)		28	10	12	14	11,5	15
Perda no teste de erosão giratória(mm)		5,0	6,0	6,1	6,1	6,5	5,9

		Ex. 7	Ex. 8	Ex. 9	Ex. 10	Ex. 11	Ex. 12
Formulação de material (% em massa)	CaCO ₃	13,3	26,1	1,6	8,8	17,4	0,4
	SrCO ₃	19,7	4,3	21,8	13,2	2,9	5,5
	α -Al ₂ O ₃	27,0	29,6	16,6	18,0	19,7	4,1
(CaO) _x (SrO) _{1-x} Al ₂ O ₃ (% em massa)		60,0	60,0	40,0	40,0	40,0	10,0
Valor de x		0,5	0,9	0,1	0,5	0,9	0,1
Al ₂ O ₃ (% em massa)*		40,0	40,0	60,0	60,0	60,0	90,0
Tempo de endurecimento (horas)		12	16	14	13,5	16	17
Perda no teste de erosão giratória(mm)		6,0	6,1	5,7	5,7	5,8	5,2

		Ex. 13	Ex. 14	Comp. Ex. 1	Comp. Ex. 2
Formulação de material (% em massa)	CaCO ₃	2,2	2,4	49,6	-
	SrCO ₃	3,3	0,7	-	57,0
	α -Al ₂ O ₃	4,5	4,9	50,4	43,0
(CaO) _x (SrO) _{1-x} Al ₂ O ₃ (% em massa)		10,0	10,0	40,0	40,0
Valor de x		0,5	0,9	1	0
Al ₂ O ₃ (% em massa)*		90,0	90,0	60,0	60,0
Tempo de endurecimento (horas)		16	16,5	24	11
Perda no teste de erosão giratória(mm)		5,4	5,6	7,8	-

Notas) *: Al₂O₃ sem ser (CaO)_x(SrO)_{1-x}Al₂O₃.

demonstraram que no Exemplo 1 até no Exemplo 14, comparada com o Exemplo Comparativo 1, a perda por erosão em um teste de erosão giratória que usa escória em um teste de erosão rotativa que usa escória é claramente menor e a resistência à escória a uma alta temperatura é superior.

5 Além disso, no Exemplo Comparativo 2 produzido que usa um aglutinante que não contém Ca, parte do material foi endurecida no meio da mistura, assim não podia ser obtido um objeto endurecido homogêneo. Portanto, a resistência à erosão usando escória não podia ser avaliada.

10 Além disso, o tempo de endurecimento foi de 10 a 28 horas. Usualmente, foi possível ajustar um tempo de endurecimento adequado até que os refratários monolíticos endurecessem, a resistência foi expressa e podia ser exibida a manutenção do formato.

15 Além disso, nos Exemplo 1, Exemplo 2 e Exemplo 6 até Exemplo 14 tornou-se evidente que, por misturação em Al_2O_3 comparado com o Exemplo 3 até Exemplo 5, se comparado pelos mesmos valores de x, além disso, foi possível reduzir a perda por erosão no teste de erosão giratória que usa escória e que a resistência à escória a uma alta temperatura se tornou superior.

20 [2] Refratários monolíticos contendo ingredientes compreendidos de composições químicas de $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$

Além disso, o mesmo processo como acima foi usado para obter misturas hidráulicas em que todos os ingredientes aglutinantes são compreendidos de composições químicas de $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$ ($=(\text{CaO})_y(\text{SrO})_{1-y}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$) e para misturar a α -alumina de grande pureza (Nippon Light Metal) com os materiais hidráulicos obtidos para fornecer ingredientes predeterminados.

25 O Exemplo 17 até o Exemplo 19 usam refratários monolíticos produzidos usando materiais hidráulicos em que todos os ingredientes aglutinantes são compreendidos de composições químicas de $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$, o Exemplo 15, o Exemplo 16 e o Exemplo 20 até Exemplo 28 usam refratários monolíticos produzidos usando aglutinantes em que o Al_2O_3 , além disso, é misturado em uma quantidade predeterminada, o Exemplo Comparativo 3 usa refratários monolíticos compreendidos dos ingredientes aglutinantes

sem Sr e o Exemplo Comparativo 4 usa refratários monolíticos dos ingredientes aglutinantes sem Ca de modo a medir os tempos de endurecimentos e conduzir os testes de erosão que usam escória.

Tabela 2

		Ex. 15	Ex. 16	Ex. 17	Ex. 18	Ex. 19	Ex. 20
Formulação de material (% em massa)	CaCO ₃	1,2	11,0	2,9	15,2	29,2	2,0
	SrCO ₃	1,8	16,3	38,6	22,7	4,8	27,0
	α -Al ₂ O ₃	5,0	44,7	58,5	62,1	66,0	41,0
(CaO) _y (SrO) _{1-y} ·2Al ₂ O ₃ (% em massa)		8,0	72,0	100,0	100,0	100,0	70,0
Valor de x		0,5	0,5	0,1	0,5	0,9	0,1
Al ₂ O ₃ (% em massa)*		92,0	28,0	0,0	0,0	0,0	30,0
Tempo de endurecimento (horas)		29	17	17	16	19	20
Perda no teste de erosão giratória(mm)		5,1	6,1	6,2	6,3	6,6	5,7

		Ex. 21	Ex. 22	Ex. 23	Ex. 24	Ex. 25	Ex. 26
Formulação de material (% em massa)	CaCO ₃	10,7	20,4	1,2	6,1	11,7	0,3
	SrCO ₃	15,9	3,4	15,4	9,1	1,9	3,8
	α -Al ₂ O ₃	43,4	46,2	23,4	24,8	26,4	5,9
(CaO) _y (SrO) _{1-y} ·2Al ₂ O ₃ (% em massa)		70,0	70,0	40,0	40,0	40,0	10,0
Valor de x		0,5	0,9	0,1	0,5	0,9	0,1
Al ₂ O ₃ (% em massa)*		30,0	30,0	60,0	60,0	60,0	90,0
Tempo de endurecimento (horas)		17,5	19,5	18	17,5	19,5	21
Perda no teste de erosão giratória(mm)		6,0	5,8	5,9	5,6	5,8	4,9

		Ex. 27	Ex. 28	Comp. Ex. 3	Comp. Ex. 4
Formulação de material (% em massa)	CaCO ₃	1,5	2,9	32,9	-
	SrCO ₃	2,3	0,5	-	42,2
	α -Al ₂ O ₃	6,2	6,6	67,1	58,8
(CaO) _y (SrO) _{1-y} ·2Al ₂ O ₃ (% em massa)		10,0	10,0	40,0	40,0
Valor de x		0,5	0,9	1	0
Al ₂ O ₃ (% em massa)*		90,0	90,0	60,0	60,0
Tempo de endurecimento (horas)		22,5	20,5	31	14
Perda no teste de erosão giratória(mm)		5,1	5,2	7,6	-

Notas) *: Al₂O₃ sem ser (CaO)_y(SrO)_{1-y}·2Al₂O₃ (% em massa).

demonstraram que no Exemplo 15 até o Exemplo 28, em comparação com o Exemplo Comparativo 3, a perda por erosão in a teste de erosão giratória que usa escória é claramente menor e a resistência à escória a uma alta temperatura é superior. Além disso, no Exemplo Comparativo 4 produzido com um aglutinante que não contém Ca, da mesma maneira que no Exemplo Comparativo 2, não podia ser obtido objeto endurecido homogêneo, assim a resistência à erosão que usa escória não podia ser avaliada.

Além disso, o tempo de endurecimento era de 16 a 29 horas. Usualmente, foi possível ajustar um tempo de endurecimento adequado até que os refratários monolíticos endurecessem a resistência foi expressa e a manutenção do formato podia ser exibida.

Além disso, no Exemplo 15, no Exemplo 16 e no Exemplo 20 até o Exemplo 28, tornou-se claro que, por misturação em Al_2O_3 em comparação com o Exemplo 17 até o Exemplo 19, se comparado pelos mesmos valores de x, foi possível também reduzir a perda por erosão no teste de erosão giratória que usa escória e a resistência à escória a uma alta temperatura se tornou superior.

[3] Refratários monolíticos contendo misturas de composições químicas de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ e composições químicas de $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$

O Exemplo 29 até o Exemplo 42 usam refratários monolíticos produzidos que usam como aglutinantes misturas compreendidas de composições químicas de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ ($=(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$) e composições químicas de $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$ ($=(\text{CaO})_y(\text{SrO})_{1-y}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$) para conduzir testes similares. As composições químicas, os resultados das medidas e os tempos de endurecimento e os resultados do teste de erosão giratória dos Exemplos e dos Exemplos comparativos são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3

	Ex. 29	Ex. 30	Ex. 31	Ex. 32	Ex. 33	Ex. 34
$(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	4,0	31,0	90,0	50,0	10,0	54,0
$(\text{CaO})_y(\text{SrO})_{1-y} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	4,0	31,0	10,0	50,0	90,0	6,0
Valor de x	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Valor de y	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Al_2O_3 (% em massa)*	92,0	38,0	0,0	0,0	0,0	40,0
Tempo de endurecimento (horas)	27	14	14	16	13	17
Perda no teste de erosão giratória(mm)	5,2	5,8	6,1	5,9	6,2	5,6

	Ex. 35	Ex. 36	Ex. 37	Ex. 38	Ex. 39	Ex. 40
$(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	30,0	6,0	36,0	20,0	4,0	9,0
$(\text{CaO})_y(\text{SrO})_{1-y} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	30,0	54,0	4,0	20,0	36,0	1,0
Valor de x	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Valor de y	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Al_2O_3 (% em massa)*	40,0	40,0	60,0	60,0	60,0	90,0
Tempo de endurecimento (horas)	14,5	17,5	16	15,5	17,5	19
Perda no teste de erosão giratória(mm)	5,8	5,8	5,8	5,6	5,7	5,4

	Ex. 41	Ex. 42	Comp. Ex. 5	Comp. Ex. 6
$(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	5,0	1,0	20,0	20,0
$(\text{CaO})_y(\text{SrO})_{1-y} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	5,0	9,0	20,0	20,0
Valor de x	0,5	0,5	1	0
Valor de y	0,5	0,5	1	0
Al_2O_3 (% em massa)*	90,0	90,0	60,0	60,0
Tempo de endurecimento (horas)	18	18,5	22	15
Perda no teste de erosão giratória(mm)	5,6	5,2	8,1	-

Notas *: Al_2O_3 sem ser $(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ e $(\text{CaO})_y(\text{SrO})_{1-y} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$.

demonstraram que no Exemplo 29 até o Exemplo 42, em comparação com o Exemplo Comparativo 5 que usa um aglutinante que não contém Sr, a perda por erosão em um teste de erosão giratória que usa escória é claramente menor e a resistência à escória a uma alta temperatura é superior.

- 5 Além disso, no Exemplo Comparativo 6 que usa um aglutinante que não contém Ca, da mesma maneira como no Exemplo Comparativo 2, não podia ser obtido um objeto endurecido homogêneo, assim a resistência à erosão que usa escória não podia ser avaliada.

- 10 Além disso, o tempo de endurecimento foi de 13 a 27 horas. Usualmente, foi possível ajustar um tempo de endurecimento adequado até que os refratários monolíticos endurecessem, a resistência foi expressa e a manutenção do formato podia ser exibida.

- 15 Além disso, no Exemplo 29, no Exemplo 30 e no Exemplo 34 até o Exemplo 42, tornou-se evidente que, por misturação com Al_2O_3 em comparação com o Exemplo 31 até o Exemplo 33, se comparado pelos mesmos valores de x, y, foi possível também reduzir a perda por erosão no teste de erosão giratória que usa escória e a resistência à escória a uma alta temperatura se tornou superior.

- 20 [4] Refratários monolíticos contendo misturas de composições químicas de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ e composições químicas de $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$

- 25 Além disso, o Exemplo 43 até o Exemplo 68 usam refratários monolíticos produzidos que usam como aglutinantes misturas compreendidas de composições químicas de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4(=(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x})\cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ e composições químicas de $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ para conduzir testes similares. A medida das composições químicas resulta dos tempos de endurecimento e os resultados do teste de erosão giratória dos Exemplos e dos Exemplos comparativos são apresentados na Tabela 4 e na Tabela 5.

Tabela 4

	Ex. 43	Ex. 44	Ex. 45	Ex. 46	Ex. 47	Ex. 48
$(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	7,5	57,0	99,5	99,5	99,5	95,0
$12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	0,5	5,0	0,5	0,5	0,5	5,0
Valor de x	0,5	0,5	0,1	0,5	0,9	0,1
Valor de z	0,5	0,5	0,1	0,5	0,9	0,1
Al_2O_3 (% em massa)*	92,0	38,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tempo de endurecimento (horas)	26	10	11	13	12	10
Perda no teste de erosão giratória(mm)	5,1	5,8	6,1	6,2	6,3	6,0

	Ex. 49	Ex. 50	Ex. 51	Ex. 52	Ex. 53	Ex. 54
$(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	95,0	95,0	59,5	59,5	59,5	55,0
$12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	5,0	5,0	0,5	0,5	0,5	5,0
Valor de x	0,5	0,9	0,1	0,5	0,9	0,1
Valor de z	0,5	0,9	0,1	0,5	0,9	0,1
Al_2O_3 (% em massa)*	0,0	0,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Tempo de endurecimento (horas)	12	11	15	11	15	14
Perda no teste de erosão giratória(mm)	5,9	6,1	5,8	5,8	6,0	5,8

	Ex. 55	Ex. 56	Ex. 57	Ex. 58	Ex. 59	Ex. 60
$(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	55,0	55,0	39,5	39,5	39,5	35,0
$12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	5,0	5,0	0,5	0,5	0,5	5,0
Valor de x	0,5	0,9	0,1	0,5	0,9	0,1
Valor de z	0,5	0,9	0,1	0,5	0,9	0,1
Al_2O_3 (% em massa)*	40,0	40,0	60,0	60,0	60,0	60,0
Tempo de endurecimento (horas)	10	13	14	12	15	13
Perda no teste de erosão giratória(mm)	5,8	6,0	5,6	5,5	5,7	5,7

Notas) *: Al_2O_3 sem ser $(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ e $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$.

Tabela 5

	Ex. 61	Ex. 62	Ex. 63	Ex. 64	Ex. 65	Ex. 66
$(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	35,0	35,0	9,5	9,5	9,5	5,0
$12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	5,0	5,0	0,5	0,5	0,5	5,0
Valor de x	0,5	0,9	0,1	0,5	0,9	0,1
Valor de z	0,5	0,9	0,1	0,5	0,9	0,1
Al_2O_3 (% em massa)*	60,0	60,0	90,0	90,0	90,0	90,0
Tempo de endurecimento (horas)	11	14	17	15	16	16
Perda no teste de erosão giratória(mm)	5,6	5,5	5,2	5,5	5,5	5,1

	Ex. 67	Ex. 68	Comp. Ex. 7	Comp. Ex. 8
$(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	5,0	5,0	50,0	0,0
$12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	5,0	5,0	50,0	10,0
Valor de x	0,5	0,9	1	0
Valor de z	0,5	0,9	1	0
Al_2O_3 (% em massa)*	90,0	90,0	0,0	90,0
Tempo de endurecimento (horas)	14	15	0,2	0,8
Perda no teste de erosão giratória(mm)	5,3	5,5	8,6	-

Notas *: Al_2O_3 sem ser $(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ e $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$.

- Os resultados da avaliação, como apresentado na Tabela 4 e na
- 5 Tabela 5, demonstraram que no Exemplo 43 até o Exemplo 68, em comparação com o Exemplo Comparativo 7 que usa um aglutinante que não contém Sr, a perda por erosão em um teste de erosão giratória que usa escória é claramente menor e a resistência à escória a uma alta temperatura é superior. Além disso, no Exemplo Comparativo 8 que usa um aglutinante que não
- 10 contém Ca, da mesma maneira como no Exemplo Comparativo 2, não podia ser obtido um objeto endurecido homogêneo, assim resistência à erosão que usa escória não podia ser avaliada.

Além disso, o tempo de endurecimento foi de 10 a 26 horas. Usualmente, foi possível ajustar um tempo de endurecimento adequado até

que os refratários monolíticos endurecessem, a resistência foi expressa e a manutenção do formato podia ser exibida.

Além disso, no Exemplo 43, no Exemplo 44 e no Exemplo 51 até o Exemplo 68, tornou-se evidente que, por mesclagem com Al_2O_3 em comparação com o Exemplo 45 até o Exemplo 50, se comparado pelos mesmos valores de x e z, foi possível também reduzir a perda por erosão no teste de erosão giratória que usa escória e a resistência à escória a uma alta temperatura se tornou superior.

[5] Refratários monolíticos contendo misturas de composições químicas de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$, composições químicas de $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$, e composições químicas de $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$

Além disso, o Exemplo 69 até o Exemplo 106 usam refratários monolíticos produzidos que usam como aglutinantes misturas compreendidas de composições químicas de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4(=(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x})\cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, composições químicas de $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$, e composições químicas de $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7(=(\text{CaO})_y(\text{SrO})_{1-y})\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ para conduzir testes similares. As composições químicas, os resultados da medida dos tempos de endurecimento e os resultados do teste de erosão giratória dos Exemplos e dos Exemplos comparativos são apresentados na Tabela 6 até a Tabela 9.

Tabela 6

	Ex. 69	Ex. 70	Ex. 71	Ex. 72	Ex. 73	Ex. 74
$(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	3,75	28,5	90,0	9,5	90,0	5,0
$(\text{CaO})_y(\text{SrO})_{1-y} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	3,75	28,5	9,5	90,0	5,0	90,0
$12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	0,55	5	0,5	0,5	5,0	5,0
Valor de x	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Valor de y	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Valor de z	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Al_2O_3 (% em massa)*	92,0	38,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tempo de endurecimento (horas)	28	15	15	17	13	15
Perda no teste de erosão giratória (mm)	5,0	5,7	6,0	5,8	6,2	5,9

	Ex. 75	Ex. 76	Ex. 77	Ex. 78	Ex. 79	Ex. 80
$(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	54,0	5,5	49,0	6,0	34,0	5,5
$(\text{CaO})_y(\text{SrO})_{1-y} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	5,5	54,0	6,0	49,0	5,5	34,0
$12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	0,5	0,5	5,0	5,0	0,5	0,5
Valor de x	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Valor de y	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Valor de z	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Al_2O_3 (% em massa)*	40,0	40,0	40,0	40,0	60,0	60,0
Tempo de endurecimento (horas)	20	21	16	14	16,5	15
Perda no teste de erosão giratória (mm)	5,5	5,4	5,7	5,7	5,3	5,4

Notas) *: Al_2O_3 sem ser $(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, $(\text{CaO})_y(\text{SrO})_{1-y} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$, e $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$.

Tabela 7

	Ex. 81	Ex. 82	Ex. 83	Ex. 84	Ex. 85	Ex. 86
$(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	29,0	6,0	5,5	4,0	4,0	1,0
$(\text{CaO})_y(\text{SrO})_{1-y} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	6,0	29,0	4,0	5,5	1,0	4,0
$12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	5,0	5,0	0,5	0,5	5,0	5,0
Valor de x	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Valor de y	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Valor de z	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Al_2O_3 (% em massa)*	60,0	60,0	90,0	90,0	90,0	90,0
Tempo de endurecimento (horas)	15,5	17	20	23	17	19
Perda no teste de erosão giratória (mm)	5,6	5,5	5,4	5,1	5,5	5,1

	Ex. 87	Ex. 88	Ex. 89	Ex. 90	Ex. 91	Ex. 92
$(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
$(\text{CaO})_y(\text{SrO})_{1-y} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
$12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Valor de x	0,1	0,1	0,1	0,5	0,5	0,9
Valor de y	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Valor de z	0,1	0,5	0,9	0,1	0,9	0,1
Al_2O_3 (% em massa)*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tempo de endurecimento (horas)	16	15	14	17	15	17,5
Perda no teste de erosão giratória (mm)	6,1	6,0	6,1	6,0	6,0	6,1

Notas) *: Al_2O_3 sem ser $(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, $(\text{CaO})_y(\text{SrO})_{1-y} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$, e $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$.

Tabela 8

	Ex. 93	Ex. 94	Ex. 95	Ex. 96	Ex. 97	Ex. 98
$(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	90,0	90,0	90,0	90,0	4,0	4,0
$(\text{CaO})_y(\text{SrO})_{1-y} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	9,5	9,5	9,5	9,5	5,5	5,5
$12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Valor de x	0,9	0,9	0,9	0,1	0,1	0,1
Valor de y	0,5	0,5	0,1	0,9	0,5	0,5
Valor de z	0,5	0,9	0,5	0,9	0,1	0,5
Al_2O_3 (% em massa)*	0,0	0,0	0,0	0,0	90,0	90,0
Tempo de endurecimento (horas)	17	16	17	16	23	22
Perda no teste de erosão giratória(mm)	5,9	6,0	6,0	5,9	5,2	5,0

	Ex. 99	Ex. 100	Ex. 101	Ex. 102	Ex. 103	Ex. 104
$(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
$(\text{CaO})_y(\text{SrO})_{1-y} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
$12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Valor de x	0,1	0,5	0,5	0,9	0,9	0,9
Valor de y	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Valor de z	0,9	0,1	0,9	0,1	0,5	0,9
Al_2O_3 (% em massa)*	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
Tempo de endurecimento (horas)	21,5	23,5	22	24	23,5	23
Perda no teste de erosão giratória(mm)	5,4	5,3	5,2	5,2	5,0	5,1

Notas) *: Al_2O_3 sem ser $(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, $(\text{CaO})_y(\text{SrO})_{1-y} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$, e $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$.

Tabela 9

	Ex. 105	Ex. 106	Comp. Ex. 9	Comp. Ex. 10
$(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	4,0	4,0	15,0	5,0
$(\text{CaO})_y(\text{SrO})_{1-y} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	5,5	5,5	15,0	5,0
$12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	0,5	0,5	10,0	30,0
Valor de x	0,9	0,1	1	0
Valor de y	0,1	0,9	1	0
Valor de z	0,5	0,9	1	0
Al_2O_3 (% em massa)*	90,0	90,0	60,0	60,0
Tempo de endurecimento (horas)	24	23	0,9	0,5
Perda no teste de erosão giratória(mm)	5,1	5,0	7,3	-

Notas) *: Al_2O_3 sem ser $(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, $(\text{CaO})_y(\text{SrO})_{1-y} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$, e $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$.

Os resultados da avaliação, como apresentado na Tabela 6 até a Tabela 9, demonstraram que no Exemplo 69 até o Exemplo 106, em comparação com o Exemplo Comparativo 9 que usa um aglutinante que não contém Sr, a perda por erosão em um teste de erosão giratória que usa escória é claramente menor e a resistência à escória a uma alta temperatura é superior. Além disso, no Exemplo Comparativo 10 que usa um aglutinante que não contém Ca, da mesma maneira como no Exemplo Comparativo 2, não podia ser obtido um objeto endurecido homogêneo, assim não podia ser avaliada a resistência à erosão usando escória.

Além disso, o tempo de endurecimento foi de 13 a 28 horas. Usualmente, era possível ajustar um tempo de endurecimento adequado para que os refratários monolíticos endurecessem, a resistência foi expressa e a manutenção do formato podia ser exibida.

Além disso, no Exemplo 69, no Exemplo 70, no Exemplo 75 até o Exemplo 86, e no Exemplo 97 até o Exemplo 106, tornou-se evidente que, por misturação em Al_2O_3 em comparação com o Exemplo 71 até o Exemplo 74 e o Exemplo 87 até o Exemplo 96, se comparado pelos mesmos valores

de x, y, e z, foi possível também reduzir a perda por erosão no teste de erosão giratória que usa escória e a resistência à escória a uma alta temperatura se tornou superior.

[6] Refratários monolíticos contendo ingredientes de composições químicas de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$

A seguir, os inventores estudaram a proporção de mistura do agregado refratário e do aglutinante. O Exemplo 107 até o Exemplo 109 são casos de refratários monolíticos produzidos usando-se aglutinantes compreendidos de composições químicas de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4(=(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x})\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ no qual também foram mescladas

quantidades predeterminadas de Al_2O_3 em que as quantidades dos aglutinantes quando indexadas aos totais dos aglutinantes e dos agregados refratários como 100% em massa são de 0,5% em massa, 5% em massa, e 10% em massa. O Exemplo 110 é o caso de uma quantidade de aglutinante de 0,2% em massa, ao passo que o Exemplo 111 é o caso de uma quantidade de aglutinante de 15% em massa. Usando estes, foram medidas as resistências à flexão depois de endurecimento durante 24 horas e os resultados do teste de erosão giratória dos Exemplos e dos Exemplos comparativos são apresentados na Tabela 10. Os Exemplos 107 a 109 com quantidades de aglutinantes de 0,5% em massa, 5% em massa e 10% em massa podiam fornecer resistência suficiente depois de 24 horas de endurecimento, enquanto o Exemplo 110 com uma quantidade de aglutinante de 0,2% em massa tinha baixa resistência depois de 24 horas de endurecimento. Além disso, o Exemplo 111 com uma quantidade de aglutinante de 15% em massa podia fornecer um alto valor de uma resistência depois de um endurecimento durante 24 horas, porém foi evidente que a resistência à escória a uma alta temperatura diminuiu.

Tabela 10

		Ex. 107	Ex. 108	Ex. 109	Ex. 110	Ex. 111
Formulação de material (% em massa)	CaCO ₃	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4
	SrCO ₃	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
	α -Al ₂ O ₃	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7
(CaO) _x (SrO) _{1-x} ·Al ₂ O ₃ (% em massa)		40	40	40	40	40
Valor de X		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Al ₂ O ₃ (% em massa)*		60	60	60	60	60
Quantidade de aglutinante (% em massa)**		0,5	5	10	0,2	15
Resistência à flexão depois de endurecimento durante 24 horas (MPa)		2	2,2	2,3	1,2	2,4
Perda no teste de erosão giratória(mm)		5,8	5,9	6,2	5,9	6,5

Notas) *: Al₂O₃ sem ser (CaO)_x(SrO)_{1-x}·Al₂O₃.

** : Valor quando indexado ao total de aglutinante e agregado refratário como 100% em massa.

- 5 [7] Refratários monolíticos contendo ingredientes de composições químicas de Ca_ySr_{1-y}Al₄O₇

O Exemplo 112 até o Exemplo 114 são casos de refratários monolíticos produzidos usando aglutinantes compreendidos de composições químicas de Ca_ySr_{1-y}Al₄O₇(=(CaO)_y(SrO)_{1-y}·2Al₂O₃) em que, além disso, quantidades predeterminadas de Al₂O₃ foram misturadas em que as quantidades dos aglutinantes quando indexadas aos totais dos aglutinantes e agregados refratários como 100% em massa são de 0,5% em massa, 5% em massa, e 10% em massa. O Exemplo 115 é o caso de uma quantidade de aglutinante de 0,2% em massa, enquanto que o Exemplo 116 é o caso de uma quantidade de aglutinante de 15% em massa. Usando estes, as resistências à flexão depois de 24 horas de endurecimento foram medidas e foram realizados testes de erosão giratória usando escória. As composições químicas, os resultados da medida da resistência à flexão depois de 24 horas de endurecimento e os resultados do teste de erosão giratória dos the Exemplos e dos Exemplos comparativos são apresentados na Tabela 11. Os Exemplos 112 a 114 com quantidades de aglutinantes de 0,5% em massa, 5% em massa e 10% em massa podiam fornecer resistência suficiente de-

- pois de endurecimento durante 24 horas, enquanto que o Exemplo 115 com uma quantidade de aglutinante de 0,2% em massa tinha baixa resistência depois de endurecimento durante 24 horas. Além disso, o Exemplo 116 com uma quantidade de aglutinante de 15% em massa podia fornecer uma resistência depois de endurecimento durante 24 horas de um alto valor, porém
- 5 era evidente que a resistência à escória a uma alta temperatura diminuiu.

Tabela 11

		Ex. 112	Ex. 113	Ex. 114	Ex. 115	Ex. 116
Formulação de material (% em massa)	CaCO ₃	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7
	SrCO ₃	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
	α-Al ₂ O ₃	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4
(CaO) _x (SrO) _{1-x} ·2Al ₂ O ₃ (% em massa)		40	40	40	40	40
Valor de X		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Al ₂ O ₃ (% em massa)*		60	60	60	60	60
Quantidade de aglutinante (% em massa)**		0,5	5	10	0,2	15
Resistência à flexão depois de endurecimento durante 24 horas (MPa)		1,7	1,8	1,9	0,8	2
Perda no teste de erosão giratória(mm)		5,6	5,7	6,0	5,9	6,4

Notas) *: Al₂O₃ sem ser (CaO)_x(SrO)_{1-x}·2Al₂O₃.

- ** : Valor quando indexado ao total de aglutinante agregado refratário as
- 10 100% em massa.

[8] Refratários monolíticos contendo misturas de composições químicas de Ca_xSr_{1-x}Al₂O₄ e composições químicas de Ca_ySr_{1-y}Al₄O₇

- O Exemplo 117 até o Exemplo 119 são casos de refratários monolíticos produzidos usando aglutinantes compreendidos de misturas de
- 15 composições químicas de Ca_xSr_{1-x}Al₂O₄(=(CaO)_x(SrO)_{1-x}·Al₂O₃) e composições químicas de Ca_ySr_{1-y}Al₄O₇ (=(CaO)_y(SrO)_{1-y}·2Al₂O₃) às quais também foram misturadas quantidades pré-determinadas de Al₂O₃ em que as quantidades do aglutinantes quando indexadas aos totais dos aglutinantes e agregados refratários como 100% em massa são 0,5% em massa, 5% em massa
- 20 e 10% em massa. O Exemplo 120 é o caso de uma quantidade de aglutinante de 0,2% em massa, enquanto que o Exemplo 121 é o caso de uma quan-

- 5 tidade de aglutinante de 15% em massa. Usando-se estes, as resistências à flexão depois de endurecimento durante 24 horas foram medidas e foram realizados testes de erosão giratória que usam escória. As composições químicas, os resultados da medida da resistência à flexão depois de endurecimento durante 24 horas, e os resultados do teste de erosão giratória dos Exemplos e dos Exemplos comparativos são apresentados na Tabela 12. Os Exemplos 117 a 119 com quantidades de aglutinantes de 0,5% em massa, 5% em massa e 10% em massa podiam fornecer resistência suficiente depois de endurecimento durante 24 horas, ao passo que o Exemplo 120 com uma quantidade de aglutinante de 0,2% em massa tinha baixa resistência depois de endurecimento durante 24 horas. Além disso, o Exemplo 121 com uma quantidade de aglutinante de 15% em massa podia fornecer uma resistência depois de endurecimento durante 24 horas de um alto valor, porém era evidente que a resistência à escória a uma alta temperatura tinha diminuído.

Tabela 12

	Ex. 117	Ex. 118	Ex. 119	Ex. 120	Ex. 121
$(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	20	20	20	20	20
$(\text{CaO})_y(\text{SrO})_{1-y} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	20	20	20	20	20
Valor de X	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Valor de Z	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Al_2O_3 (% em massa)*	60	60	60	60	60
Quantidade de aglutinante (% em massa)**	0,5	5	10	0,2	15
Resistência à flexão depois de endurecimento durante 24 horas (MPa)	1,8	1,8	2,0	1,1	2,1
Perda no teste de erosão giratória(mm)	5,8	5,6	6,1	5,8	6,6

Notas) *: Al_2O_3 sem ser $(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ e $(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$.

** : Valor quando indexado ao total de aglutinante e agregado refratário como 100% em massa.

- 20 [9] Refratários monolíticos contendo misturas de composições químicas de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ e composições químicas de $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$

O Exemplo 122 até o Exemplo 124 são casos de refratários monolíticos produzidos usando-se aglutinantes compreendidos de misturas de composições químicas de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ e de composições químicas de $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ em que, além disso, foram misturadas quantidades pré-determinadas de Al_2O_3 em que as quantidades do aglutinantes quando indexadas aos totais dos aglutinantes e dos agregados refratários como 100% em massa são 0,5% em massa, 5% em massa e 10% em massa. O Exemplo 125 é o caso de uma quantidade de aglutinante de 0,2% em massa, enquanto que o Exemplo 126 é o caso de uma quantidade de aglutinante de 15% em massa. Usando estes, foram medidas as resistências à flexão depois de endurecimento durante 24 horas e foram realizados testes de erosão giratória. As composições químicas, os resultados da medida da resistência à flexão depois de endurecimento durante 24 horas e os resultados do teste de erosão giratória dos Exemplos e dos Exemplos comparativos são apresentados na Tabela 13. Os Exemplos 122 a 124 com quantidades de aglutinantes de 0,5% em massa, 5% em massa e 10% em massa podiam fornecer resistência suficiente depois de endurecimento durante 24 horas, enquanto que o Exemplo 125 com uma quantidade de aglutinante de 0,2% em massa tinha baixa resistência depois de endurecimento durante 24 horas. Além disso, o Exemplo 136 com uma quantidade de aglutinante de 15% em massa podia fornecer uma resistência depois de endurecimento durante 24 horas de um alto valor, porém era evidente que a resistência à escória a uma alta temperatura tinha diminuído.

Tabela 13

	Ex. 122	Ex. 123	Ex. 124	Ex. 125	Ex. 126
$(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	35	35	35	35	35
$12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	5	5	5	5	5
Valor de X	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Valor de Z	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Al_2O_3 (% em massa)*	60	60	60	60	60
Quantidade de aglutinante (% em massa)**	0,5	5	10	0,2	15
Resistência à flexão depois de endurecimento durante 24 horas (MPa)	1,9	2,1	2,2	1,1	2,3
Perda no teste de erosão giratória(mm)	5,6	5,7	5,9	5,9	6,2

Notas) *: Al_2O_3 sem ser $(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ e $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$.

** : Valor quando indexado ao total de aglutinante agregado refratário as 100% em massa.

- 5 [10] Refratários monolíticos contendo misturas de composições químicas de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$, composições químicas de $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$, e composições químicas de $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$

- O Exemplo 127 até o Exemplo 129 são casos de refratários monolíticos produzidos usando aglutinantes compreendidos de misturas de composições químicas de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$, composições químicas de $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$, e composições químicas de $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$ em que, além disso, foram misturadas quantidades pré-determinadas de Al_2O_3 em que as quantidades dos aglutinantes quando indexados aos totais dos aglutinantes e agregados refratários como 100% em massa são 0,5% em massa, 5% em massa e 10% em massa. O Exemplo 130 é o caso de uma quantidade de aglutinante de 0,2% em massa, enquanto que o Exemplo 131 é o caso de uma quantidade de aglutinante de 15% em massa. Usando estes, foram medidas as resistências à flexão depois de endurecimento durante 24 horas e foram realizados testes de erosão usando escória. As composições químicas, os resultados da medida da resistência à flexão depois de endurecimento durante 24 horas e os resultados do teste de erosão giratória dos Exemplos e Exemplos comparativos são apresentados na Tabela 14. Os Exem-

- plos 127 a 129 com quantidades de aglutinante de 0,5% em massa, 5% em massa e 10% em massa podiam fornecer resistência suficiente depois de endurecimento durante 24 horas, enquanto que o Exemplo 130 com uma quantidade de aglutinante de 0,2% em massa tinha uma baixa resistência
- 5 depois de endurecimento durante 24 horas. Além disso, o Exemplo 131 com uma quantidade de aglutinante de 15% em massa podia fornecer uma resistência depois de endurecimento durante 24 horas de um alto valor, porém era evidente que a resistência à escória a uma alta temperatura tinha diminuído.

10 Tabela 14

	Ex. 127	Ex. 128	Ex. 129	Ex. 130	Ex. 131
$(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	29	29	29	29	29
$(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	6	6	6	6	6
$12(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (% em massa)	5	5	5	5	5
Valor de X	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Al_2O_3 (% em massa)*	60	60	60	60	60
Quantidade de aglutinante (% em massa)**	0,5	5	10	0,2	15
Resistência à flexão depois de endurecimento durante 24 horas (MPa)	1,9	1,9	2,1	0,9	2,1
Perda no teste de erosão giratória(mm)	5,6	5,8	5,8	5,9	6,3

Notas) *: Al_2O_3 sem ser $(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, $(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$, e $12(\text{CaO})_x(\text{SrO})_{1-x} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$.

** : Valor quando indexado ao total de aglutinante agregado refratário as 100% em massa.

- 15 Desta maneira, era evidente que em todos os Exemplos, a resistência à escória a 1600 °C era melhor do que nos Exemplos comparativos e a durabilidade a partes em contato com o ferro fundido ou a escória foi melhorada.

REIVINDICAÇÕES

1. Aglutinante para refratários monolíticos, caracterizado por compreender $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ e compreender ainda $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$ e/ou $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (em que, $0 < x < 1$, $0 < y < 1$ e $0 < z < 1$), compreender ainda Al_2O_3 , e
- o teor total de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ e $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$ e/ou $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ é de 10% em massa até 60% em massa e Al_2O_3 é mesclado em 40% em massa até 90% em massa.
2. Aglutinante para refratários monolíticos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o teor de $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ é de 1,0% em massa ou mais.
3. Aglutinante para refratários monolíticos, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o teor de $\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{Al}_4\text{O}_7$ é de 1,0% em massa ou mais.
4. Aglutinante para refratários monolíticos, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o teor de $12(\text{CaO})_z(\text{SrO})_{1-z}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ é de 0,5% em massa ou mais.
5. Aglutinante para refratários monolíticos, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que $0,1 < x < 0,9$, $0,1 < y < 0,9$, e $0,1 < z < 0,9$.

Fig.1

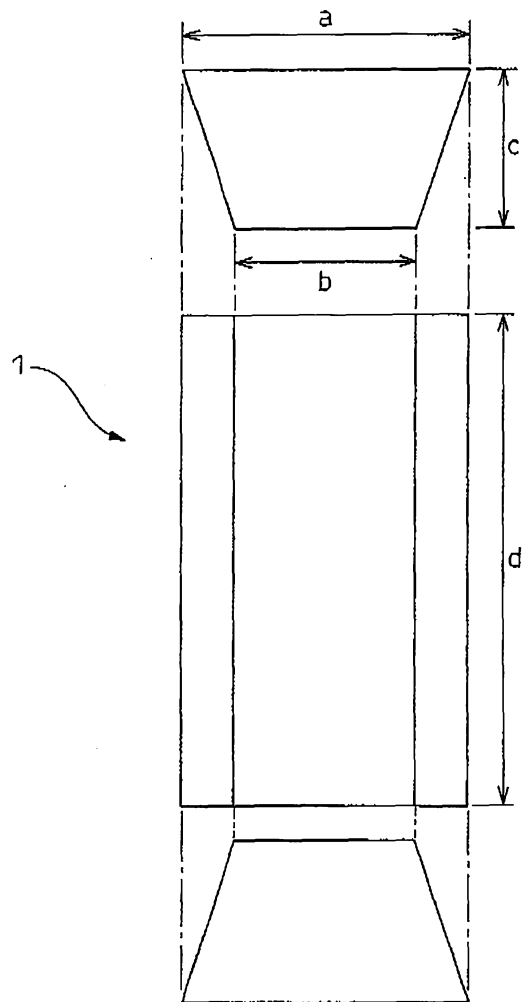


Fig.2

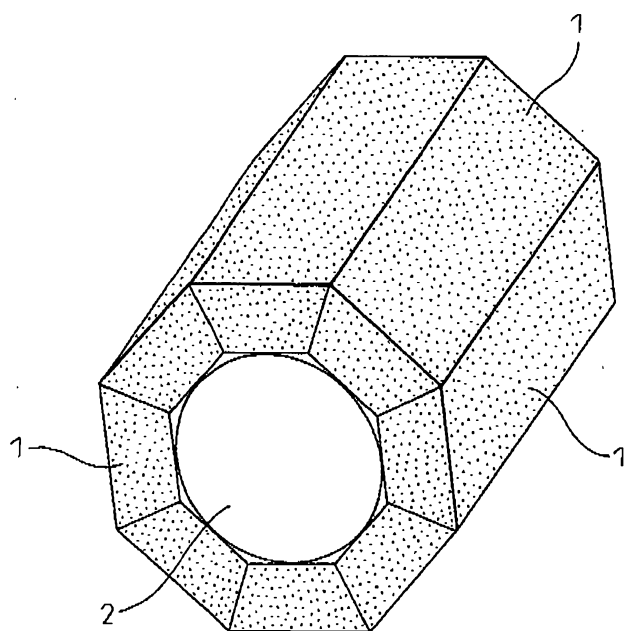


Fig.3

