

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

(21) **PI0620696-4 A2**

(22) Data de Depósito: 15/12/2006
(43) Data da Publicação: 29/11/2011
(RPI 2134)



(51) *Int.Cl.:*
C21B 7/06
C04B 41/87

(54) Título: BLOCO CARBONOSO DE UNIÃO PROTEGIDA PARA ALTO-FORNO E MÉTODO PARA A CONSTRUÇÃO DO ALTO-FORNO COM BLOCOS CARBONOSOS

(30) Prioridade Unionista: 15/12/2005 JP 2005-362066, 06/12/2006 JP 2006-329934, 06/12/2006 JP 2006-329934, 15/12/2005 JP 2005-362066

(73) Titular(es): Nippon Steel Engineering Co., Ltd.

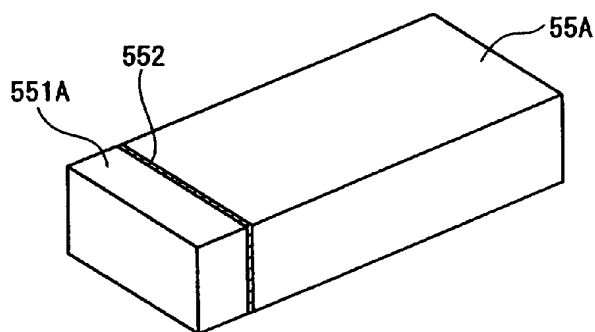
(72) Inventor(es): Hiroki Tago, Kazumi Kurayoshi, Michio Nitta

(74) Procurador(es): Cruzeiro Newmarc Patentes e Marcas Ltda.

(86) Pedido Internacional: PCT JP2006325043 de 15/12/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/069722de
21/06/2007

(57) Resumo: BLOCO CARBONOSO DE TJNIÃO PROTEGIDA PARA ALTO-FORNO E METODO PARA A CONSTRUÇÃO DO ALTO-FORNO COM BLOCOS CARBONOSOS. Um bloco carbonoso integrado de proteção do alto- forno inclui: um bloco carbonoso que forma uma camada de tijolos de um alto-forno; um tijolo de proteção carbonoso aderido ao lado interior do forno do bloco carbonoso por meio de um adesivo; e um antioxidante revestido no lado interior do forno do tijolo de proteção carbonoso.





PI0620696-4

"BLOCO CARBONOSO DE UNIÃO PROTEGIDA PARA ALTO-FORNO E MÉTODO PARA A CONSTRUÇÃO DO ALTO-FORNO COM BLOCOS CARBONOSOS"

CAMPO TÉCNICO

5 A presente invenção se refere à proteção de um bloco carbonoso usado em alto-forno e um método para a instalação de forno para o bloco carbonoso.

TÉCNICA ANTERIOR

O alto-forno é um forno vertical formado por tijolos em camadas. As matérias primas são lançadas no alto-forno a partir de uma porção superior do alto-forno. As matérias primas incluem uma ou uma combinação de minério de ferro, grânulos ou minério de ferro queimado, contendo respectivamente 50 a 60 por cento de ferro. As matérias primas também incluem calcáreo e coque, que servem como solventes para a remoção das impurezas e similares. Uma rajada quente de alta temperatura é soprada dentro do forno por meio de uma tubulação disposta na circunferência inferior do forno. As matérias-primas que descem da parte superior do forno são aquecidas e fundidas pela rajada quente para formarem o ferro gusa, que é acumulado em uma soleira. O ferro gusa acumulado na soleira é periodicamente descarregado do forno por meio de um furo de corrida existente na porção inferior do forno.

A Fig. 1 mostra esquematicamente a estrutura de uma vizinhança da soleira de um alto-forno convencional. Notar que o alto-forno 100 mostrado na Fig. 1 ainda não foi operado.

Como mostrado na Fig. 1, o alto-forno 100 inclui: uma base 110; um revestimento de forno substancialmente cilíndrico 120 sobre a base 110; camadas de resfriamento 130 e 131 cobrindo o

fundo e um lado inferior interno do revestimento do forno 120; uma camada de material socado 140 sobre as camadas de resfriamento 130 e 131; e uma camada de tijolos 150 colocada de maneira a cobrir a superfície superior da camada de material socado 140 e uma lateral central interna e uma lateral superior interna do revestimento do
5 forno 120. Além disso, na Fig. 1, 160 é uma soleira, 170 é uma tubulação e 180 é um furo de corrida.

A camada de tijolos 150 é construída combinando uma pluralidade de tijolos refratários.

10 Especificamente, os tijolos refratários na soleira 160 incluem: uma pluralidade de tijolos profundos 151 formando um fundo de forno em formato de disco; tijolos colocados verticalmente 152 assentados verticalmente sobre tijolos profundos 151; uma pluralidade de tijolos superficiais 153 cobrindo uma
15 lateral superior dos tijolos colocados verticalmente 152; uma pluralidade de tijolos de anel 154 colocados sobre os tijolos profundos 151 para formarem uma lateral cilíndrica à volta da circunferência externa dos tijolos colocados verticalmente 152 e dos tijolos superficiais 153; e um tijolo de ventaneira 155 e uma
20 pluralidade de tijolos de rampa 156 ainda colocados sobre a lateral superior dos tijolos de anel 154.

Os vários tipos de tijolos, exceto os tijolos superficiais 153 e os tijolos de ventaneira 155 são blocos carbonosos formados por tijolos carbonosos monolítico que possuem
25 uma alta condutividade térmica, sendo altamente anticorrosivos e baixa porosidade. Cada um dos blocos carbonosos tem uma superfície altamente esmerilhada. Um conjunto temporário de tijolos é preparado em um local que não seja o forno real. Depois que as

dimensões e similares dos tijolos forem verificadas e inspecionadas, os tijolos são revestidos com argamassa no forno real até que não fiquem espaços entre os tijolos.

Além disso, a camada de tijolos 150 inclui uma pluralidade de pequenos tijolos protetores de alto-forno 157 dispostos de maneira a cobrir uma superfície interna da camada de tijolos 150. Isto é, os tijolos protetores de alto-forno 157 são formados por tijolos com alto teor de alumina ou refratário chamotte.

Na partida do alto-forno 100, os blocos carbonosos são danificados em vários meses a partir do início de operação devido à (1) desgaste decorrente do lançamento das matérias-primas, (2) a oxidação após a partida e (3) danos devidos à grande quantidade de escória gerada nos estágios iniciais da operação após a partida. Assim, os tijolos protetores de alto-forno 157 protegem os blocos carbonosos até a estabilização da operação. Perto do momento em que a operação se estabiliza, os tijolos protetores de alto-forno 157 são abandonados para reter uma capacidade predeterminada do forno necessária para a produção do ferro gusa.

Durante a operação estável do alto-forno 100, uma camada de tijolos 150 é resfriada pelas camadas de resfriamento 130 e 131 por meio da camada de material socado 140. Entretanto, como a soleira 160 está exposta a um ambiente de alta temperatura de 1500 graus Celsius ou mais, os tijolos anel 154 da camada de tijolos 150 são danificados fundindo a partir do lado interno do forno. Quando o dano de fundição da camada de tijolos 150 avança aproximadamente até um ponto mostrado pela linha tracejada A na

figura, termina a vida do alto-forno 100 e sua operação é suspensão.

Na operação do alto-forno 100 como supramencionada, os tijolos protetores de alto-forno 157 evitam
5 que os blocos carbonosos, como os tijolos anel 154 e similares, que dissipam durante o período estável da operação, dissipem no período inicial da operação imediatamente após a partida. Os tijolos protetores de alto-forno 157 são dispostos durante o período estável da operação, de maneira que seja conservada a
10 capacidade necessária da soleira 160.

São feitos reparos em todo o alto-forno 100 depois que a operação do alto-forno 100 é suspensão. Todos os componentes, incluindo a blindagem do forno, são normalmente desmontados e instalados durante os reparos. Na instalação do
15 alto-forno 100, é gasto muito tempo na desmontagem e na instalação da camada de tijolos 150. Portanto, foi revelada de maneira convencional uma grande variedade de métodos de construção para a redução do tempo necessário para instalar a camada de tijolos 150, para evitar, mesmo que seja por pouco, que a produção de ferro
20 gusa possa ser suspensão (ver, Documento de Patentes 1 e 2).

De acordo com uma disposição revelada no Documento de Patente 1, uma pluralidade de tijolos carbonosos individuais é unida entre si por meio de um adesivo de carbono, para preparar previamente os tijolos acoplados. Os tijolos
25 acoplados são dispostos sem adesão em uma instalação temporária de maneira a ajustar e verificar as dimensões da instalação temporária. Subseqüentemente, os tijolos acoplados são unidos com argamassa e passam por uma instalação final no forno real.

De acordo com a disposição revelada no Documento de Patente 1, o número de unidades de tijolos carbonosos é reduzido quando comparado com a disposição convencional, de maneira que o número de aderências no forno real é reduzido. Portanto, são reduzidos o período de construção e as etapas de construção e, ao mesmo tempo, aumenta a precisão das dimensões da instalação.

De acordo com uma disposição revelada no Documento de Patente 2, é coletado um grande número de pequenos tijolos e dispostos aderidos por meio de um adesivo estrutural resistente ao calor para formar um grande complexo no formato desejado, que forma um complexo de tijolos para a cobertura de uma parede interior de um forno metalúrgico.

De acordo com a disposição revelada no Documento de Patente 2, é coletado um grande número de pequenos tijolos, de maneira a ser reduzido o número de unidades. Portanto, o tempo necessário para a construção de uma estrutura de tijolos pode ser reduzido.

Documento de Patente: JP-A-07-133989

Documento de Patente: JP-A-11-037744

REVELAÇÃO DA INVENÇÃO

PROBLEMAS A SEREM RESOLVIDOS PELA INVENÇÃO

Entretanto, cada um dos Documentos de Patente 1 e 2 somente revela como reduzir o período de instalação reduzindo as unidades de tijolos consideradas. Não são revelados aperfeiçoamentos no método de instalação dos tijolos protetores de alto-forno 157 (ver, Fig. 1). Como resultado, após a instalação dos tijolos protetores de alto-forno 157, por exemplo, deve ser

instalada de forma seqüencial uma pluralidade de pequenos tijolos protetores de alto-forno 157 no local de instalação do alto-forno 100. O trabalho de instalação de todo o alto-forno 100 exige normalmente cerca de quarenta dias. Só a instalação dos pequenos
5 tijolos protetores de alto-forno 157 exige de quatro a cinco dias desses quarenta dias mencionados acima.

Portanto, a redução do período de instalação dos tijolos protetores de alto-forno 157 é também altamente desejada.

Um objetivo da presente invenção é prover um
10 bloco carbonoso integrado de proteção de alto-forno e um método para a instalação de um alto-forno com bloco carbonosos que possam reduzir o período de reparos do alto-forno.

MEIOS PARA SOLUCIONAR OS PROBLEMAS

Um bloco carbonoso integrado de proteção de alto-
15 forno de acordo com um aspecto da presente invenção inclui: um bloco carbonoso que forma uma camada de tijolos de um alto-forno; um tijolo carbonoso de proteção ligado ao lado interior do forno de bloco carbonoso por meio de um adesivo; e um antioxidante revestido no lado interior do forno do tijolo carbonoso de
20 proteção.

Na disposição acima, a espessura do tijolo carbonoso se situa, preferivelmente e incluindo, entre 50 mm e 230 mm.

Nas disposições acima, a espessura do
25 antioxidante se situa, preferivelmente e incluindo, entre 0,5 mm e 3,0 mm.

Nas disposições acima, o tijolo carbonoso de proteção é formado, preferivelmente, de um bloco carbonoso

residual produzido durante o reparo do alto-forno.

Um método para a instalação de forno de um bloco carbonoso que forma uma camada de tijolos de um alto-forno de acordo com um aspecto da presente invenção inclui: a prévia
5 formação de um bloco carbonoso integrado para a proteção do alto-forno, aderindo um tijolo carbonoso de proteção a um lado interior do forno do bloco carbonoso por meio de um adesivo e revestir um antioxidante a um lado interior do forno do tijolo carbonoso de proteção; e instalar o bloco carbonoso integrado de proteção do
10 alto-forno na porção de camada de tijolos a ser reparada.

No método acima, o bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno é, de preferência, formado previamente aderindo o tijolo carbonoso de proteção de um formato predeterminado ao lado interior do forno do bloco carbonoso com o
15 adesivo, conformando o bloco carbonoso e o tijolo carbonoso de proteção, aderindo-os entre si, de maneira a estar em conformidade com as exigências de formato do alto-forno antes do revestimento com o antioxidante e, subsequente, revestir o antioxidante no lado interno do tijolo carbonoso de proteção interior do forno.

De acordo com os aspectos da presente invenção, os lados interiores ao forno dos blocos carbonosos dos tijolos
anel e similares são dotados de: tijolos carbonosos de proteção, onde é revestido o antioxidante. Portanto, evita-se que o bloco carbonoso seja danificado pelas matérias-primas colocadas a partir
25 da porção superior do alto-forno durante o início da operação do alto-forno ou pela atmosfera oxidante do alto-forno. Além disso, são adequadamente ajustadas à espessura e ao material dos vários tijolos de proteção, assim como o tipo e a espessura do

antioxidante. Assim, os vários tijolos de proteção são abandonados durante a operação estável do alto-forno, para que possa ser mantida uma determinada capacidade predeterminada do forno na produção do ferro gusa.

5 Além disso, após a instalação do alto-forno, o bloco integrado de proteção do alto-forno é fabricado previamente colando o tijolo carbonoso de proteção no qual é revestido o antioxidante ao bloco carbonoso. Conseqüentemente, os tijolos protetores de alto-forno podem ser instalados nas formas dos
10 vários tijolos de proteção supramencionados simultaneamente com os blocos carbonosos. Assim, podem ser omitidas as etapas e o tempo do trabalho que foram necessárias com os tijolos convencionais para a proteção de fornos. Portanto, o período de instalação do alto-forno pode ser reduzido.

15 BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

 A Fig. 1 é uma vista lateral em corte transversal mostrando esquematicamente uma estrutura de uma vizinhança da soleira de um alto-forno convencional.

 A Fig. 2 é uma vista lateral em corte transversal
20 mostrando esquematicamente uma estrutura de uma vizinhança da soleira de um alto-forno de acordo com uma configuração da presente invenção.

 A Fig. 3A é uma vista em perspectiva mostrando um bloco carbonoso e um tijolo carbonoso de proteção ou um tijolo de
25 proteção de carbetto de silício aderido ao bloco carbonoso nas configurações.

 A Fig. 3B é uma vista em perspectiva mostrando um bloco carbonoso integrado para a proteção de alto-forno nas

configurações.

EXPLICAÇÃO DOS CÓDIGOS

	1 - alto-forno
	50 - camada de tijolos
5	55 - tijolo anel (bloco carbonoso)
	551 - tijolo carbonoso de proteção
	552 - adesivo
	553 - antioxidante
	55A - bloco carbonoso
10	551A - tijolo carbonoso de proteção
	56 - tijolo anel (bloco carbonoso)
	561 - tijolo carbonoso de proteção
	57 - tijolos de rampa (bloco carbonoso)
	571 - tijolo carbonoso de proteção
15	C, C1 - bloco carbonoso integrado para a proteção
	de alto-forno

MELHOR MODO PARA REALIZAR A INVENÇÃO

Será descrita abaixo uma configuração da presente invenção com referência aos desenhos. A Fig. 2 é uma vista lateral em corte transversal mostrando esquematicamente uma estrutura de uma vizinhança de uma soleira de um alto-forno de acordo com a configuração. Notar que o alto-forno mostrado na Fig. 2 ainda não foi operado. A Fig. 3A é uma vista em perspectiva mostrando um tijolo carbonoso de proteção aderido a um bloco carbonoso na configuração. A Fig. 3B é uma vista em perspectiva mostrando um bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno na configuração.

Configuração Geral do Alto-Forno 1

Como mostrado na Fig. 2, o alto-forno 1 inclui:
uma base 10; um revestimento de forno substancialmente cilíndrico
20 sobre a base 10; camadas de resfriamento 30 e 31 cobrindo o
fundo e um lado inferior interno do revestimento do forno 20; uma
5 camada de material socado 40 sobre as camadas de resfriamento 30 e
31; e uma camada de tijolos 50 colocada de maneira a cobrir a
superfície superior da camada de material socado 40 e uma lateral
central interna e uma lateral superior interna do revestimento do
forno 20. Além disso, na Fig. 2, 60 é uma soleira, 70 é uma
10 tubulação e 80 é um furo de corrida.

A camada de tijolos 50 é construída combinando
uma pluralidade de tijolos refratários com diferentes formas e
dimensões. Especificamente, a camada de tijolos 50 inclui uma
pluralidade de tijolos profundos 51, uma pluralidade de tijolos
15 dispostos verticalmente 52, uma pluralidade de tijolos
superficiais 53, uma pluralidade de tijolos dispostos
horizontalmente 54, uma pluralidade de tijolos anel 55 e 56, um
tijolos de rampa 57, uma pluralidade de tijolos de ventaneira 58,
e uma pluralidade de tijolos protetores de alto-forno 59. Os
20 tijolos profundos 51, os tijolos dispostos verticalmente 52, a
pluralidade de tijolos dispostos horizontalmente 54, a pluralidade
de tijolos anel 55 e 56, e o tijolos de rampa 57 na camada de
tijolos 50 são bloco carbonosos formados de membros de tijolos
carbonosos monolíticos que possuem alta condutividade térmica,
25 alta capacidade de anticorrosão e baixa porosidade. Cada um dos
tijolos tem uma superfície altamente esmerilhada. Além disso, o
tijolos de rampa 57 pode ser formado de um bloco carbonoso
contendo aproximadamente 30 por cento em massa de SiC. É colocada

argamassa entre os tijolos adjacentes dos vários tijolos na camada de tijolos 50 para a colocação sem folga dos tijolos.

A pluralidade de tijolos profundos 51 forma um fundo de forno em disco na soleira 60. A pluralidade de tijolos 5 dispostos verticalmente 52 é respectivamente formada de maneira verticalmente alongada e disposta verticalmente nos tijolos profundos 51 para formar uma camada de tijolos com formato substancialmente de pilar. A pluralidade de tijolos superficiais 53 cobre a parte superior dos tijolos dispostos verticalmente 52 e 10 tem lados interiores do forno exposto ao ferro gusa. A pluralidade de tijolos dispostos horizontalmente 54 está disposta em uma circunferência externa dos tijolos dispostos verticalmente 52 e colocada na parte superior dos tijolos profundos 51.

A pluralidade de tijolos anel 55 é colocada na 15 parte superior dos tijolos dispostos horizontalmente 54 para formar uma lateral cilíndrica à volta da circunferência externa dos tijolos superficiais empilhados 53. Como mostrado na Fig. 3B, o tijolo anel 55 tem formato trapezoidal na vista em plano.

Como mostrado na Fig. 3B, é formado um bloco 20 carbonoso integrado de proteção do alto-forno C de acordo com a presente invenção por meio: da aderência de um tijolo carbonoso de proteção 551 ao lado interior do forno do tijolo anel 55 com um adesivo 552; e revestindo um antioxidante 553 no lado interior do forno do tijolo carbonoso de proteção 551.

25 O tijolo carbonoso de proteção 551 é uma placa substancialmente retangular formada por um material de tijolo carbonoso homogêneo ou inferior aos blocos carbonosos, como os tijolos anel 55 e similares. Assim, como o tijolo carbonoso de

proteção 551 é formado por um material de tijolo carbonoso ao invés de um tijolo chamotte convencional ou similar, o tijolo carbonoso de proteção 551 pode ter uma precisão de fabricação próxima à dos blocos carbonosos como os tijolos anel 55 ou similares. Assim, o tijolo carbonoso de proteção 551 e o tijolo anel 55 têm quase as mesmas características de abrasão, de maneira que o tijolo carbonoso de proteção 551 não seja raspado ou lascado durante o processo de abrasão.

Além disso, as limalhas geradas quando o bloco carbonoso como o tijolo anel 55 ou similar é trabalhado podem ser normalmente reutilizadas como material de reciclagem. Aqui, como o tijolo carbonoso de proteção 551 é formado por um material de tijolo carbonoso substancialmente homogêneo ao bloco carbonoso como o tijolo anel 55 ou similar, as limalhas do tijolo carbonoso de proteção 551 e as limalhas do bloco carbonoso podem ser reutilizadas como material de reciclagem de forma misturada sem separação. Além disso, como a dureza do tijolo carbonoso de proteção 551 e a dureza do tijolo anel 55 são as mesmas, a própria precisão superficial do tijolo anel 55 pode ser preservada da deterioração durante o processo de trabalho.

A espessura do tijolo carbonoso de proteção 551 se situa de preferência no intervalo e incluindo 50 mm e 230 mm. Assim, o tijolo carbonoso de proteção 551 pode funcionar de maneira adequada como um tijolo de proteção de alto-forno. Especificamente, se a espessura do tijolo carbonoso de proteção 551 for inferior a 50 mm, o tijolo carbonoso de proteção 551 é abandonado ou desaparece nos estágios iniciais após a partida do alto-forno 1, de maneira que o tijolo anel 55 e similares que

deveriam se danificar durante a fabricação do ferro gusa, danificam-se antes da fabricação do ferro gusa. Por outro lado, se a espessura do tijolo carbonoso de proteção 551 for maior que 230 mm, o tijolo carbonoso de proteção 551 não é abandonado, mesmo
5 durante uma operação estável do alto-forno 1, de maneira que a capacidade interior da soleira 60 permanece inadequadamente pequena.

Também, é preferível que o tijolo carbonoso de proteção 551 seja formado a partir de um bloco carbonoso residual
10 gerado durante os reparos do alto-forno. Esse bloco carbonoso será denominado bloco carbonoso residual, sem notar de forma explícita que é gerado durante os reparos do alto-forno.

Aqui, o bloco carbonoso residual é um bloco carbonoso usado retirado da camada de tijolos 50 durante os
15 reparos (a serem descritos abaixo) do alto-forno 1. Isto é, o bloco carbonoso residual inclui o tijolo profundo utilizado 51, o tijolo colocado verticalmente 52, o tijolo colocado horizontalmente 54, os tijolos anel 55 e 56 e o tijolos de rampa 57.

20 É cortada uma porção não fundida do bloco carbonoso residual e conformada em uma placa substancialmente retangular para formar o tijolo carbonoso de proteção 551. Assim, o bloco carbonoso residual que seria de outra forma desnecessário, é utilizado para funções sem processamento exclusivo.

25 O adesivo 552 pode ser, por exemplo, um adesivo de carbono de cura em temperatura ambiente. O adesivo de carbono pode conter, por exemplo, um pó de carbono do tipo antracita calcinada ou similar, uma resina sintética líquida como uma resina

fenólica ou similar, uma agente de cura como o ácido p-toluenosulfônico ou similar, e um diluente como o etilenoglicol ou similar, entre outros.

A força de adesão 552 não precisa ser tão grande quanto a força de adesão da argamassa usada na ligação entre os blocos carbonosos, como entre os tijolos anel 55 ou similares. Especificamente, o tijolo carbonoso de proteção 551 pesa aproximadamente 30 a 140 kg, sendo mais leve que o tijolo anel 55 que pesa aproximadamente 1200 kg. Como consequência, o abandono do tijolo carbonoso de proteção 551 não é provavelmente causado pelo transporte ou similar. Assim, uma resistência que resista ao processo de conformação do bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno C é suficiente para a força de adesão do adesivo 552, e 10 kg/cm² é suficiente para haver uma força de aderência fletora após a calcificação. Também, quando o adesivo supramencionado 552 é usado em ambiente de alta temperatura, sua resistência normalmente é reduzida a menos que a metade. Portanto, quando a espessura restante do tijolo carbonoso de proteção 551 se reduz a 30 mm ou menos, o tijolo carbonoso de proteção 551 é facilmente abandonado, de maneira a ser conservada a capacidade adequada da soleira do forno 60.

O antioxidante 553 evita que o tijolo carbonoso de proteção 551 se danifique devido à atmosfera oxidante no forno durante a operação do alto-forno 1, especialmente durante os estágios iniciais após a partida. O antioxidante 553 inclui, por exemplo, um óxido inorgânico contendo 70 a 80 por cento em massa de SiO₂, 1 a 5 por cento em massa de Na₂O₃, 5 a 12 por cento em massa de B₂O₃, e 3 a 10 por cento em massa de ZrO₂. O antioxidante

553 é formado, por exemplo, revestindo ou aplicando um agente de revestimento no qual o óxido inorgânico acima, um solvente orgânico e similares sejam misturados no lado interior do tijolo carbonoso de proteção 551 do forno. A pasta pode ser revestida por qualquer método adequado, como pelo método de spray convencional e similares.

A espessura do antioxidante 553 está preferivelmente entre e incluindo 0,5 mm e 3,0 mm, mais preferivelmente entre e incluindo 1,2 mm e 2,4 mm. Especificamente, se a espessura do antioxidante 553 for menor que 0,5 mm, o interior do tijolo carbonoso de proteção 551 é oxidado pela atmosfera oxidante no forno. Assim, o tijolo carbonoso de proteção 551 é danificando e abandonado previamente. Por outro lado, se a espessura do antioxidante 553 for maior que 3,0 mm, existe o seguinte problema. Quando a soleira 60, por exemplo, é exposta a um ambiente de alta temperatura de 1500 graus Celsius ou mais, pode ser formada uma grande protuberância no antioxidante 553. O antioxidante 553 pode ser desgastado na protuberância. Portanto, os danos ao tijolo carbonoso de proteção 551 podem não ser evitados. Notar que os efeitos são confirmados pelos exemplos descritos abaixo.

Uma pluralidade de tijolos anel 56 é colocada em local mais alto que os tijolos anel 55 e mais baixo que a ventaneira 70 para formarem uma lateral cilíndrica (ver, Fig. 2). O tijolo carbonoso de proteção 561 também adere ao lado interior do forno do tijolo anel 56 por meio de um adesivo (não mostrado). O antioxidante (não mostrado) é revestido no lado interior do forno do tijolo carbonoso de proteção 561. Esse arranjo provê um

bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno (não mostrado) incluindo o tijolo anel 56, que tem um arranjo similar ao bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno C incluindo o tijolo anel 55.

5 Além disso, o tijolo carbonoso de proteção 561 com espessura no intervalo e incluindo 50 mm e 230 mm é mais fino que o tijolo carbonoso de proteção 551 aderido ao tijolo anel 55, mas pode ser tão espesso quanto o tijolo carbonoso de proteção 551.

10 A pluralidade de tijolos de rampa 57 é colocada na parte superior do tijolo de ventaneira 58 para formar uma lateral cilíndrica (ver, Fig. 2). O tijolo carbonoso de proteção 571 adere também ao lado interior do forno dos tijolos de rampa 57 por meio de um adesivo (não mostrado). O antioxidante (não
15 mostrado) é revestido no lado interior do forno do tijolo carbonoso de proteção 571. Essa disposição provê um bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno (não mostrado) incluindo os tijolos de rampa 57, que têm uma disposição similar à do bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno C,
20 incluindo o tijolo anel 55.

 Por outro lado, o tijolo carbonoso de proteção 571 com espessura entre e incluindo 50 mm e 230 mm é mais fino que o tijolo carbonoso de proteção 551 aderido ao tijolo anel 55, mas pode ser tão espesso quanto o tijolo carbonoso de proteção 551.

25 A pluralidade de tijolos de ventaneira 58 é colocada na parte superior dos tijolos anel 56 de maneira a circundar a ventaneira 70. É empregado normalmente um tijolo feito de SiC para o tijolo de ventaneira 58. É sempre empregada uma

rajada quente com temperatura entre 1200 a 1300 graus Celsius através da ventaneira 70. Assim, a vizinhança da ventaneira 70 é sempre uma atmosfera oxidante, de maneira que o tijolo de ventaneira 58 é um tijolo convencional compacto oxidante de proteção de alto-forno 59 ao invés do tijolo carbonoso de proteção de acordo com a presente invenção.

Operação do Alto-forno 1

Depois, será descrita a operação do alto-forno 1.

Após o início das operações do alto-forno 1, as matérias-primas são lançadas pela parte superior do alto-forno 1. Subseqüentemente, é introduzida uma rajada quente de alta temperatura pela ventaneira 70. Nesse momento, os tijolos carbonosos de proteção 551, 561 e 571 e os tijolos protetores de alto-forno 59 evitam que os tijolos anel 55 e 56, os tijolos de rampa 57, os tijolos de ventaneira 58 e similares sejam desgastados pelo abastecimento das matérias-primas.

As matérias-primas aquecidas viram ferro gusa e se acumulam na soleira 60. Quando o ferro gusa é drenado pelo furo de corrida 80 (no período inicial da operação), a condição do forno não se estabiliza enquanto uma grande quantidade de escória é gerada nos estágios iniciais da operação. A operação do alto-forno 1 se estabiliza após vários meses. Antes que o alto-forno 1 estabilize, os tijolos carbonosos de proteção 551, 561 e 571 e os tijolos protetores de alto-forno 59, em que o antioxidante 553 é revestido, evitam que os tijolos anel 55 e 56, os tijolos de rampa 57 e os tijolos de ventaneira 58 sejam danificados pela atmosfera oxidante e pela grande quantidade de escória no forno. Por outro lado, como é necessária a antioxição somente nos estágios bem

iniciais da operação, os bloco carbonosos podem ser suficientemente protegidos contra a atmosfera oxidante somente com o revestimento do antioxidante 553 nos tijolos carbonosos de proteção 551.

5 Os tijolos carbonosos de proteção 551, 561 e 571 e os tijolos protetores de alto-forno 59 são abandonados quando a operação se estabiliza (isto é, vários meses após a partida). Assim, a capacidade do forno da soleira 60 aumenta no período de operação estável do alto-forno 1 de maneira a reter uma capacidade
10 predeterminada de forno necessária para a produção do ferro gusa.

Durante a subsequente produção do ferro gusa, apesar de a camada de tijolos 50 ser resfriada pelas camadas de resfriamento 30 e 31 por meio da camada de material socado 40, a soleira 60 continua exposta ao ambiente de alta temperatura de
15 1500 graus Celsius ou mais. Assim, a camada de tijolos 50, especialmente a pluralidade de tijolos anel 55 e 56 e similares fundem a partir de seu lado interno. Quando o dano de fundição da camada de tijolos 50 avança aproximadamente até o ponto mostrado pela linha tracejada A' na Fig. 2, a vida do alto-forno 1 termina,
20 sendo suspensa a operação do alto-forno 1. Depois da suspensão da operação do alto-forno 1, todo o alto-forno 1 é reparado acompanhando a troca da camada de tijolos 50.

Método de Reparo para o Alto-Forno

O reparo do alto-forno 1 completo é feito depois
25 da operação do alto-forno 1 ser suspensa. O reparo do alto-forno 1 inclui: a remoção do revestimento do forno 20, da camada de resfriamento 30, da camada de material socado 40 e da camada de tijolos 50; e a construção de um novo revestimento do forno 20, da

nova camada de resfriamento 30, da nova camada de material socado 40 e da nova camada de tijolos 50. Notar que o revestimento do forno 20 nem sempre é desmontado, sendo algumas vezes reutilizado.

Por exemplo, quando o trabalho de reparo é feito em um alto-forno 1 localizado sobre uma fundação, é empregado um grande guindaste (não mostrado) fixo nas proximidades do alto-forno 1. Enquanto é feita a desmontagem sequencialmente a partir de uma porção superior do corpo do forno para o fundo do forno, os membros desmontados são levados para o exterior pela parte superior do forno. Subseqüentemente, novos membros são levados para o interior do forno por sua parte superior, de maneira exatamente inversa à da construção de uma nova camada de material socado 40 e de uma camada de tijolos 50.

Como outro exemplo, também pode ser empregado o denominado método de bloco no trabalho de reparos. O alto-forno 1 é desmontado em uma pluralidade de blocos, que são retirados da fundação. Uma pluralidade de novos blocos construídos de antemão em local diferente daquele da fundação é então levada para o local e lá montada.

Tanto o primeiro método de reparos do alto-forno 1 em que é empregado um guindaste na parte superior do forno como o segundo método de reparos do alto-forno 1 em que os blocos são levantados incluem um processo de preparação em que são fabricados os vários tijolos que compõem a camada de tijolos 50 e um processo de instalação em que os vários tijolos fabricados no processo de preparação são montados para a construção da camada de tijolos 50.

Processo de Preparação

Será descrito um processo de fabricação do tijolo

anel 55 para mostrar um exemplo do processo de preparação em que são fabricados os vários tijolos que formam a camada de tijolos 50.

Inicialmente, o material de tijolo carbonoso é moldado, por exemplo, em um paralelepípedo retangular por moldagem em prensa ou similar, que é então queimado para preparar o bloco carbonoso 55A (ver, Fig. 3A). Por outro lado, um material inferior de tijolo carbonoso ou o bloco carbonoso residual é cortado, por exemplo, na forma de uma placa substancialmente retangular para preparar o tijolo carbonoso de proteção 551A (ver, Fig. 3A). Subseqüentemente, o tijolo carbonoso de proteção 551 A é ligado ao lado interior do forno do bloco carbonoso 55A por um adesivo 552, como mostrado na Fig. 3A. Após a adesão, o agora bloco carbonoso integrado 55A e o tijolo carbonoso de proteção 551A são cortados e esmerilhados até uma forma substancialmente trapezoidal em vista de plano como mostrado na Fig. 3B para ficar de acordo com as exigências de formato do forno. Assim, são formados o tijolo anel 55 e o tijolo carbonoso de proteção 551 dotados de dimensões e precisão superficial predeterminadas.

Subseqüentemente, por exemplo, é usado um agente de revestimento no lado interior do forno do tijolo carbonoso de proteção 551 pelo método de spray ou similar para formar o antioxidante 553, que é naturalmente seco. Aqui, são misturados no agente de revestimento acima um óxido inorgânico contendo 70 a 80 por cento em massa de SiO_2 , 1 a 5 por cento em massa de Na_2O_3 , 5 a 12 por cento em massa de B_2O_3 e 3 a 10 por cento em massa de ZrO_2 , um solvente orgânico e similares. Como resultado, são providos o bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno C tendo o

tijolo anel 55, o tijolo carbonoso de proteção 551 e o antioxidante 553, como mostrado na Fig. 3B.

Por outro lado, após o bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno C ser formado como descrito acima, pode
5 ser ligado um par de blocos carbonosos integrados de proteção do alto-forno C adjacentes entre si por meio de um adesivo como argamassa ou similar para prover um complexo de blocos (não mostrado).

O tijolo anel 56 e os tijolos de rampa 57 passam
10 por um processo similar. É preparado um bloco carbonoso integrado de proteção de alto-forno (não mostrado) tendo o tijolo anel 56, o tijolo carbonoso de proteção 561 e um antioxidante (não mostrado). É preparado um bloco carbonoso integrado de proteção de alto-forno (não mostrado) tendo o tijolo de rampa 57, o tijolo carbonoso de
15 proteção 571 e um antioxidante (não mostrado).

Depois de ser fabricada uma pluralidade de tijolos individuais ou de complexos de blocos dotados de uma precisão de dimensões predeterminada, esses tijolos são colocados sem adesão para uma instalação temporária, cujas dimensões são
20 verificadas e inspecionadas. Depois da inspeção, se necessário, é feito um ajuste fino na dimensão dos tijolos. O processo de preparação termina aqui.

Etapa de Instalação

Depois, será descrita a etapa de instalação.

25 O trabalho de reparo do alto-forno inclui a desmontagem do alto-forno 1 cujas operações foram suspensas como supramencionado e a construção de um novo alto-forno. A construção começa pela formação do revestimento do forno 20 e sendo então

providenciadas as camadas de resfriamento 30 e 31. Depois que as camadas de resfriamento 30 e 31 são providas, inicia-se a etapa de instalação no interior do alto-forno.

A etapa de instalação começa com a construção da
5 camada de material socado 40 no local mais baixo. Subseqüentemente, o tijolo profundo 51, o tijolo colocado verticalmente 52 e o tijolo colocado horizontalmente 54 são instalados com um guincho (não mostrado) existente no forno. Depois, é construída a camada de material socado 40 na
10 circunferência externa. Em outras palavras, os membros são dispostos sequencialmente a partir de baixo.

A seção do tijolo anel é instalada como a seguir. O bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno formado pela adesão dos tijolos carbonosos de proteção 551 e 561 e similares
15 aos tijolos anel 55 e 56 são revestidos de argamassa em suas superfícies de união e colocados sequencialmente na direção circunferencial. Depois de terminada a instalação de uma fieira, é construída a camada de material socado 40. As fieiras de tijolos são instaladas uma a uma dessa forma. De maneira similar, os
20 tijolos de ventaneira 58, os tijolos protetores de alto-forno 59 e o bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno formados pela adesão do tijolo carbonoso de proteção 571 e similares aos tijolos de rampa 57 são colocados antes do término da instalação.

O trabalho de reparo de um alto-forno normalmente
25 leva cerca de 120 dias, um terço dos quais, isto é, cerca de 40 dias, é gasto no processo de instalação. De acordo com um arranjo revelado no Documento de Patente 1, o processo de instalação é reduzido usando complexos de blocos preparados de antemão pela

união de uma pluralidade de tijolos carbonosos. Em outras palavras, o período de instalação é reduzido pela diminuição dos membros necessários.

Convencionalmente, os tijolos carbonosos foram
5 levados para o interior do forno, por exemplo, pelas aberturas como do furo de corrida 180 ou a ventaneira 170 mostrada na Fig. 1. Entretanto, quando são empregados os complexos de blocos como o caso com o Documento de Patente 1, aberturas como o furo de corrida 180 e similares não podem ser usadas, de maneira a ser
10 necessária uma grande abertura no revestimento do forno nas vizinhanças do local de instalação dos tijolos de rampa 156.

Assim, são necessárias outras etapas na etapa de restauração, em que a abertura no revestimento do forno 120 é consertada em um ou dois dias, sendo necessária uma etapa de
15 construção em que uma porção correspondente da camada de resfriamento 130 é construída além do processo de instalação. Portanto, mesmo que o número de tijolos instalado seja pequeno, o efeito de redução do período de construção pode não ser suficientemente demonstrado. Além disso, dependendo do arranjo do
20 alto-forno, pode não se encontrar um espaço para o transporte dos tijolos na vizinhança do local da instalação dos tijolos de rampa 156. Nesse caso, como os complexos de blocos não podem ser levados para o interior do forno, não pode ser empregado o arranjo revelado no Documento de Patente 1.

25 De acordo com a presente invenção, os vários tijolos de proteção são aderidos ao lado interior do forno dos tijolos anel convencionais antes da instalação. Em outras palavras, os tijolos são ampliados somente no comprimento.

Portanto, os blocos carbonosos podem ser levados para o interior do forno pelo furo de corrida 80 ou pela ventaneira 70, não sendo assim necessária a etapa de restauração do revestimento do forno e similares como supramencionado. Assim, o processo de instalação
5 pode ser reduzido de acordo com a quantidade usada de blocos carbonosos de união protegida.

Convencionalmente, a instalação do tijolo de proteção de alto-forno 157 (ver, Fig. 1) leva cerca de quatro horas reais de trabalho para uma fieira de tijolos. Se a presente
10 invenção for empregada para a instalação de quatro fieiras, o período de instalação pode ser reduzido de um dia se trabalhado dia e noite. Se a presente invenção for empregada para todos os tijolos anel 55 e 56 e para os tijolos de rampa 57, o período de construção pode ser reduzido de quatro a cinco dias em um alto-
15 forno de classe 4000 a 5000 m³.

Se o complexo de blocos supramencionado for empregado ao mesmo tempo, o período de construção poderá ser ainda mais reduzido.

Efeitos da Configuração.

20 Podem ser obtidos os seguintes efeitos de acordo com a configuração.

O bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno C inclui: o tijolo anel 55 que forma a camada de tijolos 50 do alto-forno 1; o tijolo carbonoso de proteção 551 aderido ao
25 lado interior do forno do tijolo anel 55 pelo adesivo 552; e o antioxidante 553 revestido no lado interior do forno do tijolo carbonoso de proteção 551.

Assim, o tijolo carbonoso de proteção 551 é

formado pelo material de tijolo carbonoso substancialmente homogêneo ao tijolo anel 55. Portanto, quando o bloco carbonoso 55A ao qual o tijolo carbonoso de proteção 551A está aderido é esmerilhado, é obtida uma dureza uniforme de abrasão. Dessa forma, o processo de abrasão pode ser realizado de maneira bem balanceada e com grande precisão. Além disso, as limalhas geradas durante o processamento são de material substancialmente homogêneo de tijolo carbonoso, e que podem ser recicladas sem separação.

O tijolo carbonoso de proteção 551 no qual o antioxidante 553 é revestido se situa no lado interior do forno do tijolo anel 55. Assim, o tijolo anel 55 podem ser evitados danos pelas matérias-primas abastecidas a partir da parte superior do alto-forno 1 após o início das operações ou pela atmosfera oxidante do interior do forno. Além disso, são ajustados a espessura e o material do tijolo carbonoso de proteção 551, sendo também ajustados o tipo e a espessura do antioxidante. Como consequência, o tijolo carbonoso de proteção é abandonado durante a operação estável, de maneira a poder ser mantida a capacidade predeterminada exigida do forno na produção do ferro gusa.

Após a instalação do alto-forno, o bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno é fabricado previamente aderindo o tijolo carbonoso de proteção 551 ao tijolo anel 55. Dessa forma, o tijolo carbonoso de proteção 551 que serve como tijolo de proteção para o alto-forno pode ser instalado ao mesmo tempo em que é instalado o tijolo anel 55. Portanto, as etapas de trabalho e o tempo de trabalho da instalação do tijolo de proteção convencional de alto-forno podem ser omitidos de maneira a reduzir o período total de instalação do alto-forno.

A espessura do tijolo carbonoso de proteção 551 se situa de preferência entre e incluindo 50 mm e 230 mm.

Na operação do alto-forno 1, devido ao tijolo carbonoso de proteção 551, os danos ao tijolo anel 55 durante a
5 produção do ferro gusa podem ser evitados antes da produção do ferro gusa. Além disso, o tijolo carbonoso de proteção 551 pode ser abandonado quando da ocorrência do período estável de produção do ferro gusa, de maneira a conservar a capacidade predeterminada da soleira 60 do forno necessária para a produção do ferro gusa.

10 A espessura do antioxidante 553 se situa de preferência entre e inclusive 0,5 mm e 3,0 mm.

Devido ao tijolo carbonoso de proteção 551, o antioxidante 553 não se desgasta antes da produção do ferro gusa. Assim, é evitado que o interior do tijolo carbonoso de proteção
15 551 se oxide devido à atmosfera oxidante do interior do forno e da grande quantidade de escória. Portanto, pode ser evitado que o tijolo anel 55 seja danificado devido à oxidação.

O tijolo carbonoso de proteção 551 é formado preferivelmente do bloco carbonoso residual gerado durante o
20 reparo do alto-forno.

Uma porção não fundida do bloco carbonoso residual é cortada para formar o tijolo carbonoso de proteção 551. Assim, o bloco carbonoso residual que é, por outro lado desnecessário, é reciclado para sua função sem um processamento
25 dedicado. Portanto, pode ser feita de forma eficiente uma economia de recursos.

Além disso, o tijolo carbonoso de proteção 551 formado a partir do bloco carbonoso residual é do mesmo material

que o tijolo anel 55. Portanto, o tijolo anel 55 ao qual é aderido o tijolo carbonoso de proteção 551 pode ser adequadamente esmerilhado e as limalhas geradas no processamento podem ser recicladas sem separação.

5 O método de instalação do tijolo anel 55 no alto-forno 1 é o seguinte. O tijolo carbonoso de proteção 551 é aderido ao lado interior do forno do tijolo anel 55 por meio do adesivo 552 e o antioxidante 553 é revestido no lado interior do forno do tijolo carbonoso de proteção 551 para produzir de antemão o bloco
10 carbonoso integrado de proteção do alto-forno C. A camada de tijolos 50 é composta pelos vários tijolos, incluindo o bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno C.

De acordo com o método de instalação do tijolo anel 55, o tijolo carbonoso de proteção 551 é aderido de antemão
15 ao tijolo anel 55, de maneira que o tijolo carbonoso de proteção 551 que serve como proteção do alto-forno pode ser instalado ao mesmo tempo em que é instalado o tijolo anel 55. Assim, podem ser reduzidas as etapas e o período do trabalho de instalação do tijolo carbonoso de proteção 551. Portanto, o período total de
20 reparos do alto-forno 1 pode ser reduzido.

Também, o método de reparos do tijolo anel 55 no alto-forno 1 é, de preferência, o seguinte. O tijolo carbonoso de proteção 551A conformado em uma placa substancialmente retangular é aderido ao lado interior do forno do bloco carbonoso retangular
25 em paralelepípedo 55A, um paralelepípedo retangular, por meio do adesivo 552. O agora bloco carbonoso integrado 55A e o tijolo carbonoso de proteção 551A são formados de forma substancialmente trapezoidal em vista de plano. Depois, o antioxidante 553 é

revestido no lado interior do forno do tijolo carbonoso de proteção 551 para produzir, de antemão, o bloco carbonoso integrado de alto-forno C.

De acordo com o método de reparo do tijolo anel 55, o bloco carbonoso integrado 55A e o tijolo carbonoso de proteção 551A são conformados de acordo com as exigências do forno. Portanto, as etapas de trabalho podem ser consideravelmente reduzidas quando comparadas a um arranjo convencional em que o tijolo carbonoso de proteção 551 é cortado de forma independente e esmerilhado para alterar sua forma. Além disso, a forma do tijolo carbonoso de proteção 551 é adaptada com grande precisão à forma do tijolo anel 55. No processo de instalação, o tijolo carbonoso de proteção 551 pode ser colocado em uma posição ideal, sem ajuste de posicionamento.

Além disso, o bloco carbonoso 55A e o tijolo carbonoso de proteção 551 A são formados de materiais homogêneos, que resulta nas mesmas resistências mecânicas após o processo de formação. Portanto, o processamento de corte e abrasão pode ser realizado de maneira bem balanceada e com grande precisão. Além disso, as limalhas geradas no processamento provêm dos materiais de tijolo carbonosos substancialmente homogêneos, e podem ser recicladas sem separação.

O processo de preparação do método de reparos do alto-forno 1 é o seguinte. Os tijolos carbonosos de proteção 551, 561 e 571 são aderidos aos blocos carbonosos dos tijolos anel 55 e 56 e aos tijolos de rampa 57 para formarem os blocos carbonosos integrados de proteção do alto-forno. Também, os blocos carbonosos integrados de proteção do alto-forno adjacentes entre si podem ser

aderidos para formarem um complexo de blocos. No processo de instalação subsequente, o tijolo profundo 51, o tijolo colocado verticalmente 52, o tijolo de superfície 53, o tijolo colocado horizontalmente 54, o bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno, o tijolo de ventaneira 58 e o tijolo de proteção do alto-forno 59 são montados para formarem a camada de tijolos 50.

Como os tijolos carbonosos de proteção 551, 561 e 571 são aderidos aos tijolos anel 55 e 56 e aos tijolos de rampa 57, as etapas do trabalho de montagem podem ser bastante reduzidas quando comparadas com um arranjo convencional, no qual os tijolos de proteção sejam construídos em sequência. Portanto, o período total de reparos do alto-forno 1 pode ser reduzido.

Por outro lado, podem ser obtidos os mesmos efeitos acima do bloco carbonoso integrado de proteção de alto-forno C tendo o tijolo anel 55 com o bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno tendo o tijolo anel 56, o tijolo carbonoso de proteção 561 e o antioxidante revestido no lado interior do forno dos tijolos carbonosos de proteção 561, ou o bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno tendo os tijolos de rampa 57, o tijolo carbonoso de proteção 571 e o antioxidante revestido no lado interior do forno dos tijolos carbonosos de proteção 571.

Modificações nas Configurações.

Deve ser notado que a presente invenção não se limita às configurações acima, mas inclui modificações, aperfeiçoamentos ou similares na medida em que é alcançado um objetivo da presente invenção.

Especificamente, considerando que a camada de tijolos 50 das configurações inclui o tijolo profundo 51, o tijolo

colocado verticalmente 52, o tijolo de superfície 53, o tijolo colocado horizontalmente 54, os tijolos anel 55 e 56, os tijolos de rampa 57, o tijolo de ventaneira 58 e o tijolo de proteção do alto-forno 59 como mostrados na Figs. 2, o escopo da presente invenção não se limita ao apresentado. Em breve, a camada de tijolos de acordo com a presente invenção não se limita à mostrada nas Figs. 2, podendo ser empregadas quaisquer formas, dimensões e quantidades adequadas de tijolos.

Na configuração, o bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno é formado pela adesão dos tijolos carbonosos de proteção 551, 561 e 571 aos blocos carbonosos dos tijolos anel 55 e 56 e aos tijolos de rampa 57, mas o escopo da presente invenção não se limita ao apresentado. Por exemplo, somente pode ser formado o bloco carbonoso C integrado de proteção do alto-forno do tijolo anel 55, enquanto os blocos carbonosos integrados de proteção do alto-forno dos demais blocos carbonosos não são formados. Este arranjo ainda consegue a redução do período de reparos do alto-forno 1, já que o tijolo carbonoso de proteção 551 pode ser instalado simultaneamente com o tijolo anel 55.

Nas configurações, o antioxidante 553 é, por exemplo, um óxido inorgânico contendo 70 a 80 por cento em massa de SiO_2 , 1 a 5 por cento em massa de Na_2O_3 , 5 a 12 por cento em massa de B_2O_3 , 3 a 10 por cento em massa de ZrO_2 , mas os tipos de componentes, a taxa de composição e similares não se limitam a estes e qualquer outro antioxidante adequado pode ser empregado.

Nas configurações, após a fabricação dos bloco carbonosos integrados de proteção do alto-forno, o antioxidante é revestido depois que o tijolo carbonoso de proteção ou o tijolo de

proteção de carbeto de silício é aderido ao lado interior do forno dos blocos carbonosos do tijolo anel 55 e similares, mas o escopo da presente invenção não se limita a estes. Por exemplo, o antioxidante pode ser formado de antemão no lado interior do forno do tijolo carbonoso de proteção ou do tijolo de proteção de carbeto de silício, que é aderido depois ao lado interior do forno do bloco carbonoso. Nesse caso, ainda podem ser obtidos os mesmos efeitos das configurações acima. Especificamente, o período de reparos do alto-forno 1 pode ser reduzido.

10 Exemplos

Depois, serão descritos os exemplos de confirmação dos efeitos das configurações acima.

Efeitos do Antioxidante

Foi feito um experimento para confirmar os efeitos do antioxidante de acordo com a configuração acima. No experimento, foi empregado um tijolo carbonoso cúbico de 90 mm * 90 mm * 90 mm como o tijolo carbonoso de proteção 551. Com relação ao antioxidante, em que foram misturados um agente de revestimento em que o pó de óxido contendo 70 a 80 por cento em massa de SiO_2 , 1 a 5 por cento em massa de Na_2O_3 , 5 a 12 por cento em massa de B_2O_3 e 3 a 10 por cento em massa de ZrO_2 e um solvente orgânico foi revestido escovado na superfície exterior do tijolo carbonoso. Após ter sido revestido o agente de revestimento, o bloco foi queimado em atmosfera ambiente a 1000 graus Celsius por 24 horas. Após a queima, foram observadas as aparências dos antioxidantes, antes que os tijolos carbonosos fossem cortados para medir a profundidade da oxidação do interior do tijolo. A máxima profundidade de oxidação na direção perpendicular com relação à

superfície foi tomada como profundidade de oxidação. A tabela 1 mostra a espessura do filme do antioxidante, uma condição superficial após a queima, a profundidade de oxidação e a avaliação da funcionalidade do antioxidante nas amostras.

5

(Tabela 1)

	ESPESSURA DO FILME (mm)	CONDIÇÃO DE SUPERFÍCIE	PROFUNDIDADE DE OXIDAÇÃO (mm)	AVALIAÇÃO
EXEMPLO 1-1	0,5	MICROTRINCA	0,5	B
EXEMPLO 1-2	1,2	BOA	0	A
EXEMPLO 1-3	2,4	PEQUENA PROTUBERÂNCIA	0	B
EXEMPLO 1-4	3,0	MÉDIA PROTUBERÂNCIA	0	B
EXEMPLO COMPARATIVO 1-1	0	OXIDAÇÃO BRANCA	12,0	C
EXEMPLO COMPARATIVO 1-2	0,3	MICROTRINCA	6,0	C
EXEMPLO COMPARATIVO 1-3	3,5	DESGASTE PARCIAL	10	C
EXEMPLO COMPARATIVO 1-4	5,0	DESGASTE	12	C

A: EXCELENTE, B: BOM, C: INADEQUADO

De acordo com a Tabela 1, quando a espessura do antioxidante esteve entre e incluindo 0,5 mm e 3,0 mm (Exemplos 1-1 a 1-4), houve pouca oxidação na superfície e no interior do tijolo carbonoso. Em particular, quando a espessura do antioxidante esteve entre e incluindo 1,2 mm e 2,4 mm (Exemplos 1-

2 e 1-3), a condição de superfície do antioxidante era boa, não tendo havido oxidação.

Por outro lado, quando a espessura do antioxidante era 0,3 mm ou menor (Exemplos Comparativos 1-1 e 1-2), a oxidação progrediu na superfície e no interior do tijolo carbonoso. Em particular, no Exemplo Comparativo 1-1 sem revestimento antioxidante, a oxidação progrediu bastante. No exemplo 1-2, em que a espessura do antioxidante era de 0,5 mm, deduziu-se que a microtrinca provavelmente ocorreu devido à pouca espessura do oxidante, por meio da qual o oxigênio encontrou um caminho para entrar no interior do tijolo carbonoso, resultando no progresso da oxidação.

Quando a espessura do antioxidante foi maior que 3,5 mm (Exemplos Comparativos 1-3 e 1-4), uma porção ou a maior parte do oxidante desgastou, de maneira que a superfície e o interior do tijolo carbonoso sofreram oxidação.

A partir do acima, ficou comprovado que a oxidação na superfície e no interior dos tijolos carbonosos pode ser evitada estabelecendo-se a espessura do antioxidante entre e incluindo 0,5 mm e 3 mm, preferivelmente entre e incluindo 1,2 mm e 2,4 mm.

Efeitos dos Tijolos Carbonosos de Proteção

Os efeitos dos tijolos carbonosos de proteção nas configurações acima foram confirmados no forno real.

Na fundição A (Exemplo 2-1), o tijolo carbonoso de proteção 551 com espessura de 100 mm foi aderido ao lado interior do forno do tijolo anel 55, o tijolo carbonoso de proteção 561 com espessura de 75 mm foi aderido ao lado interior

do forno do tijolo anel 56, o tijolo carbonoso de proteção 571 com espessura de 40 mm foi aderido ao lado interior do forno dos tijolos de rampa 57 e esses tijolos carbonosos foram instalados no alto-forno 1.

5 Na fundição B (Exemplo 2-2), o tijolo carbonoso de proteção 551 com espessura de 300 mm foi aderido ao lado interior do forno do tijolo anel 55, o tijolo carbonoso de proteção 561 com espessura de 230 mm foi aderido ao lado interior do forno do tijolo anel 56, o tijolo carbonoso de proteção 571 com
10 espessura de 50 mm foi aderido ao lado interior do forno dos tijolos de rampa 57 e esses tijolo carbonosos foram instalados no alto-forno 1.

 Foram operados todos os alto-fornos 1 construídos e observadas as condições de abandono dos tijolos carbonosos de
15 proteção.

 O resultado na fundição A (Exemplo 2-1) foi o seguinte. Os tijolos carbonosos de proteção 571 dispostos nas superfícies dos tijolos de rampa 57 foram abandonados 0,5 meses após o início da operação. Os tijolos carbonosos de proteção 551 e
20 561 dispostos nas superfícies dos tijolos anel 55 e 56 foram abandonados entre seis a oito meses após o início da operação.

 O resultado na fundição B (Exemplo 2-2) foi o seguinte. Os tijolos carbonosos de proteção 561 e 571 dispostos nas superfícies dos tijolos anel 56 e dos tijolos de rampa 57
25 foram abandonados entre cinco a nove meses após o início da operação. Os tijolos carbonosos de proteção 551 dispostos nas superfícies dos tijolos anel 55 permaneceram por um ano após o início da operação.

Como mencionado acima, no Exemplo 2-1, o tijolo carbonoso de proteção 571 com espessura de 40 mm foi previamente abandonado não protegendo, portanto os tijolos de rampa 57. Por outro lado, os tijolos carbonosos de proteção 551 e 561 foram
5 abandonados quando da estabilização da operação (isto é, aproximadamente seis meses após o início da operação), retendo assim uma capacidade suficiente de forno durante a operação estável. No Exemplo 2-2, os tijolos carbonosos de proteção 551 permaneceram até e durante a operação estável, de maneira que não
10 foi mantida a capacidade suficiente de forno.

Assim, os tijolos protetores de carbono podem ser abandonados no momento em que a operação estabilizar-se, estabelecendo a espessura do tijolo carbonoso de proteção entre e incluindo 50 mm e 230 mm. Nesse caso, pode ser mantida a
15 capacidade suficiente de forno.

APLICABILIDADE INDUSTRIAL

A presente invenção pode ser utilizada para a proteção do bloco carbonoso usado em um alto-forno e para um método de instalação de forno para o bloco carbonoso.

REIVINDICAÇÕES

1. Bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno, caracterizado pelo fato de que compreende: um bloco carbonoso que forma uma camada de tijolos de um alto-forno; um
5 tijolo carbonoso de proteção aderido ao lado interior do forno do bloco carbonoso por meio de um adesivo; e um antioxidante revestido no lado interior do forno do tijolo carbonoso de proteção.

2. Bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno, de acordo com a reivindicação 1 ou 9, caracterizado pelo
10 fato de que a espessura do tijolo carbonoso de proteção se situa entre e incluindo 50 mm e 230 mm.

3. Bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 e 9,
15 caracterizado pelo fato de que a espessura do antioxidante se situa entre e incluindo 0.5 mm e 3.0 mm.

4. Bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3 e 9, caracterizado pelo fato de que o tijolo carbonoso de proteção é
20 formado por um bloco carbonoso residual gerado no reparo do alto-forno.

5. Método para a instalação de forno de um bloco carbonoso que forma uma camada de tijolos de um alto-forno, o método caracterizado pelo fato de que compreende: formar de
25 antemão um bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno aderindo um tijolo carbonoso de proteção a um lado interior do forno do bloco carbonoso por meio de um adesivo e revestir um antioxidante em um lado interior do forno do tijolo carbonoso de

proteção; e instalar o bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno em uma porção da camada de tijolos a ser reparada.

6. Método para a instalação de forno de um bloco carbonoso do alto-forno, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno é formado de antemão aderindo o tijolo carbonoso de proteção com uma forma predeterminada ao lado interior do forno do bloco carbonoso por meio do adesivo, conformar o bloco carbonoso e o tijolo carbonoso de proteção, tendo sido aderidos entre si, de maneira a atenderem aos requisitos de forma do alto-forno e revestir subsequente o antioxidante no lado interior do forno do tijolo carbonoso de proteção.

7. Bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o antioxidante é revestido no lado interior do forno do tijolo carbonoso de proteção após o bloco carbonoso e o tijolo carbonoso de proteção aderidos entre si terem sido conformados para atenderem aos requisitos do alto-forno.

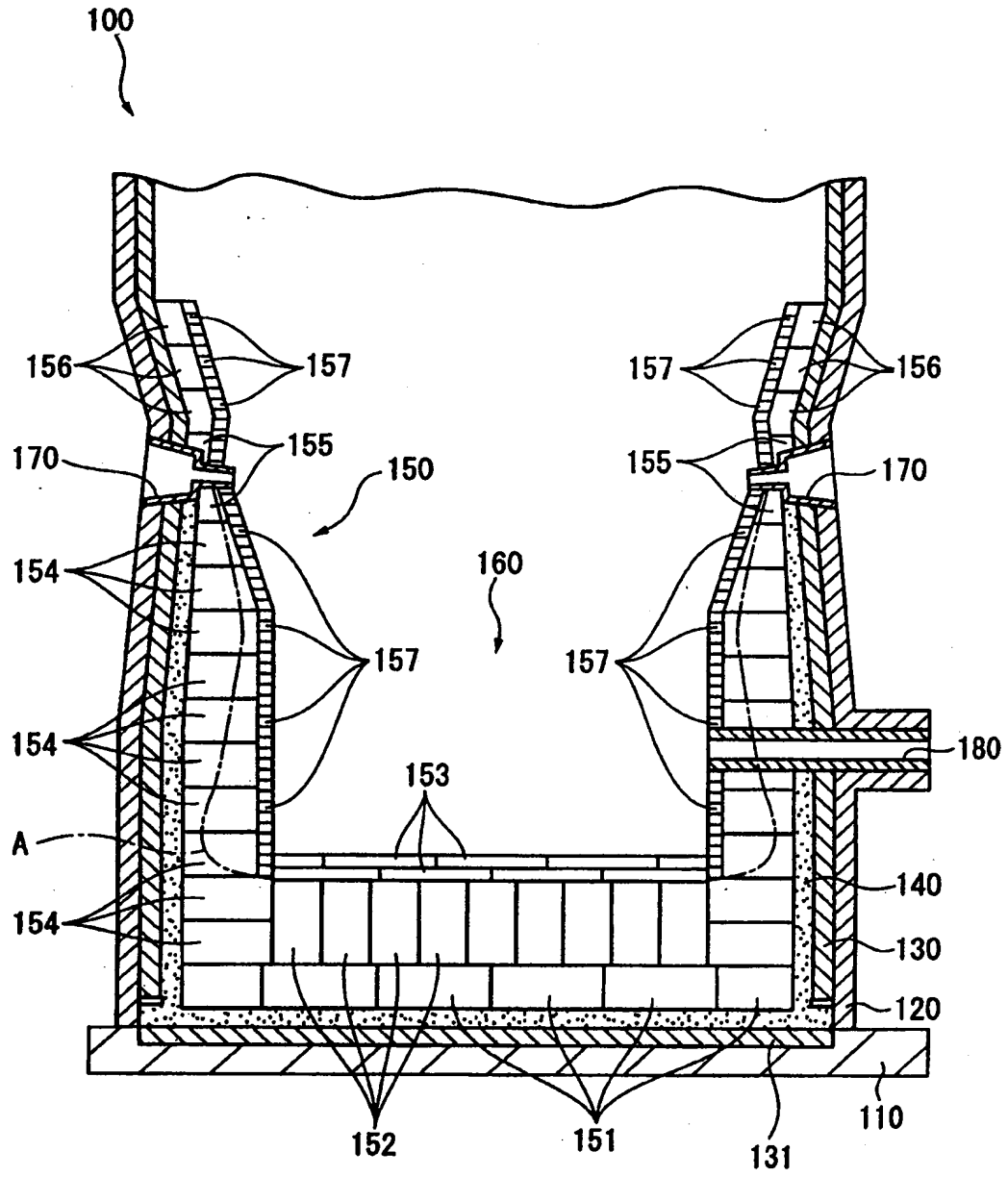


Fig. 1

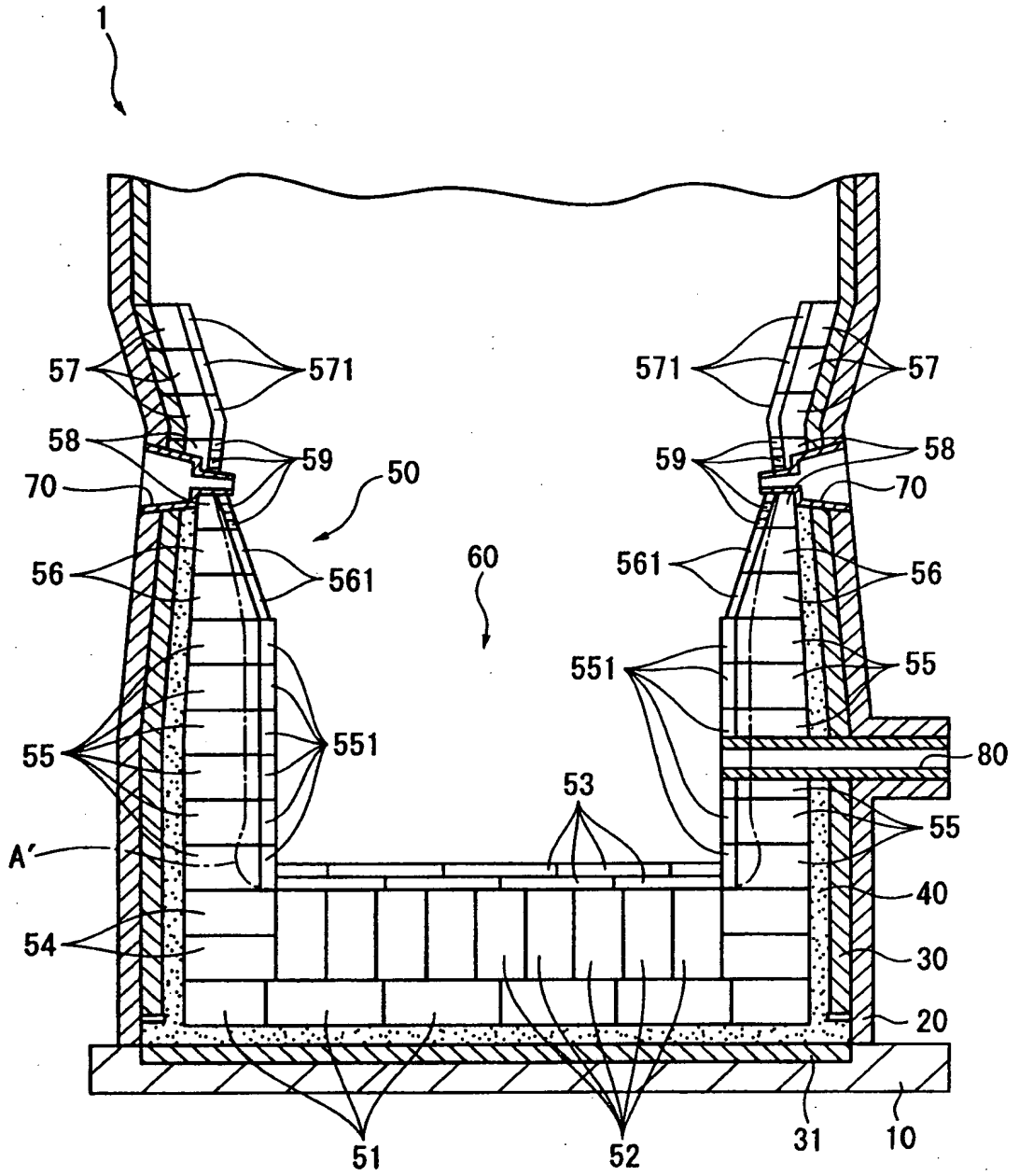


Fig. 2

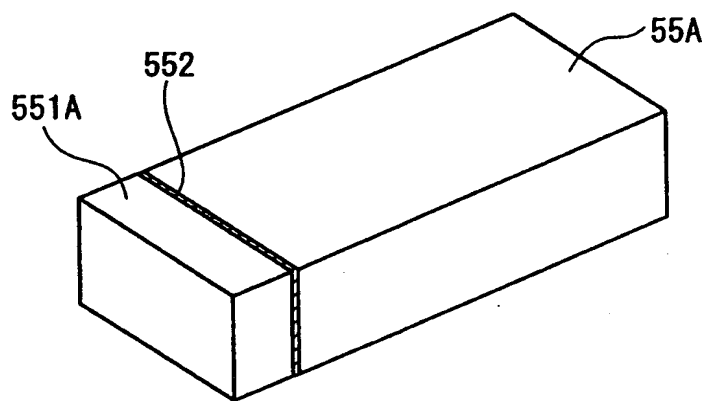


Fig. 3a

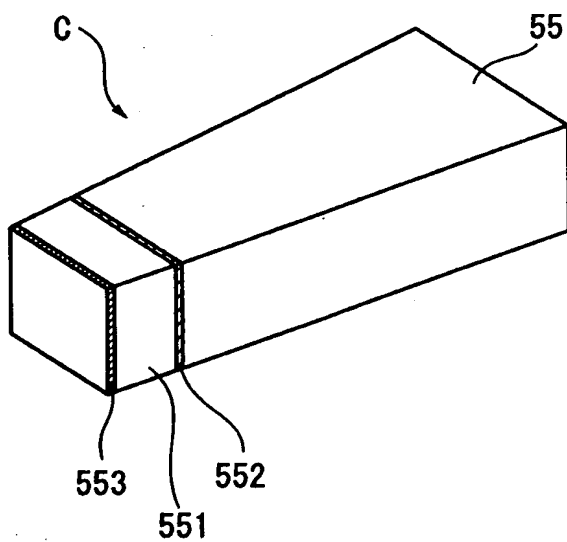


Fig. 3b

RÉSUMO

"BLOCO CARBONOSO DE UNIÃO PROTEGIDA PARA ALTO-FORNO E MÉTODO PARA A CONSTRUÇÃO DO ALTO-FORNO COM BLOCOS CARBONOSOS"

5

Um bloco carbonoso integrado de proteção do alto-forno inclui: um bloco carbonoso que forma uma camada de tijolos de um alto-forno; um tijolo de proteção carbonoso aderido ao lado interior do forno do bloco carbonoso por meio de um adesivo; e um antioxidante revestido no lado interior do forno do tijolo de

10

proteção carbonoso.