



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

**(11) PI 0619229-7 B1**

**(22) Data do Depósito: 01/12/2006**

**(45) Data de Concessão: 12/12/2017**



---

**(54) Título:** MÉTODO PARA MEDIR O REVESTIMENTO REFRAATÓRIO DE UM VASO DE FUSÃO METALÚRGICO

**(51) Int.Cl.:** G01B 11/14; G01B 11/24; G01B 11/30

**(30) Prioridade Unionista:** 02/12/2005 DE 10 2005 057733.4

**(73) Titular(es):** SPECIALTY MINERALS (MICHIGAN) INC

**(72) Inventor(es):** JURGEN KLEINLOH; DIETER BLISSENBACH; STEFAN KIRCHHOFF; CHRISTOPH CARLHOFF

## “MÉTODO PARA MEDIR O REVESTIMENTO REFRAATÁRIO DE UM VASO DE FUSÃO METALÚRGICO”

A invenção diz respeito a um método para medir desgaste no revestimento de um vaso de fusão metalúrgico, por exemplo, um convertedor de aço, por meio de um dispositivo de varredura laser.

É extremamente importante medir desgaste no revestimento de convertedores ou painéis que são usadas, por exemplo, no processo siderúrgico. Isto torna possível otimizar a vida útil do recipiente e impedir que o desgaste excessivo no revestimento prejudique a produção ou segurança industrial. Revestimentos desgastados de convertedores têm que ser trocados com uma frequência relativamente grande, já que sua vida útil varia de uma ou duas semanas normalmente até alguns meses, dependendo de o que é fundido no convertedor, do material do qual é feito o revestimento e, naturalmente, do número de corridas para as quais o convertedor é usado. De modo geral, um convertedor pode durar cerca de 100 a 5.000 corridas.

O desgaste em um revestimento é medido por um método baseado na medição do tempo de ida e volta ou na mudança de fase de um feixe laser. O feixe laser é direcionado para o revestimento na superfície interna do convertedor, na qual ele é refletido no dispositivo de medição. No método baseado na medição do tempo de ida e volta, a distância entre o dispositivo de medição e cada ponto medido no revestimento a ser medido no sistema de coordenadas do dispositivo de medição pode ser calculado com base na diferença de tempo entre o tempo de emissão e o tempo de retorno do feixe laser. Os pontos medidos definem os perfis de desgaste do revestimento, que podem ser transmitidos, por exemplo, para um terminal de exibição, pelo qual o perfil de desgaste medido de um convertedor em processo pode ser comparado graficamente e numericamente com o perfil que foi medido no revestimento de segurança do recipiente ou no revestimento operacional antes de o recipiente ser realmente posto em uso, isto é, antes da primeira corrida.

Para medir o desgaste no revestimento de objetos tridimensionais, tal indústria, por meio de métodos sem contato, tal como medição laser, exige que o dispositivo de medição e o objeto a ser medido sejam representados no mesmo sistema de coordenadas. A combinação dos sistemas de coordenadas do dispositivo de medição e do objeto a ser medido é denominada fixação. Em outras palavras, o dispositivo de medição é posicionado ou fixo em relação ao objeto. Para fixá-lo, é necessário usar pelo menos três marcas permanentes, com o feixe laser do dispositivo de medição sendo direcionado sequencialmente para cada marca permanente, e as coordenadas de cada marca permanente são medidas no sistema de coordenadas do dispositivo de medição. Mesmo que o dispositivo de medição tenha uma posição fixa nas proximidades do recipiente através de marcas permanentes, é aconselhável realizara a fixação para cada medição de revestimento novamente, o que garante que uma mudança nas condições ambientes e outros fatores não causam nenhum erro.

No assim denominado método direto normalmente usado para posicionar ou fixar, pontos de fixação estacionários, também denominados marcas permanentes, são montados no objeto a ser medido, tal como um recipiente, por exemplo, nas proximidades da boca do recipiente. Por meio das marcas permanentes, os sistemas de coordenadas do objeto e do dispositivo de medição podem ser matematicamente combinados. No método direto, o objeto a ser medido e o dispositivo de medição podem ser incluídos no mesmo sistema de coordenadas, medindo ao mesmo tempo tanto as marcas permanentes quanto os pontos a ser realmente medidos.

Em um caso especial, onde o objeto a ser medido é suportado pelo eixo de basculamento, pode-se aplicar fixação de medição de ângulo indireto na base do recipiente ou fora dele. Um dispositivo de medição de ângulo pode ser montado, por exemplo, no eixo de basculamento do recipiente, ou pode ser montado em qualquer lugar no recipiente. Um

exemplo para um dispositivo de medição como esse é o assim chamado inclinômetro. Atualmente, a fixação por meio de medição de ângulo é um método indireto que é usado quando é difícil prover o objeto a ser medido com pontos de fixação necessários que são claramente visíveis, e cuja posição não pode ser reconhecida de outra forma. Fixações de medição de ângulo têm sido feitas usando pontos de fixação na base do recipiente ou em estruturas fora do objeto a ser medido e usando um valor de ângulo obtido pelo dispositivo de medição de ângulo, por meio do que o sistema de coordenadas poderia ser matematicamente combinado. As marcas permanentes são anexadas na base do recipiente ou nas estruturas de armação de uma parede da fábrica, por exemplo, nas proximidades do convertedor. Quando forem usadas medições de ângulo nos métodos conhecidos, o dispositivo de medição de ângulo informa ao dispositivo de medição a posição do objeto ou recipiente em relacionamento com o entorno conhecido.

Tanto em método de fixação de medição de ângulo direto quanto indireto, as marcas permanentes são, por exemplo, chapas pequenas, cilindros, esferas ou outros objetos modelados regularmente feitos de um material que reflete radiação laser, e para o qual o feixe laser emitido pelo dispositivo de medição está direcionado manualmente, por exemplo, por meio de binóculos ou alguma outra mira. Nesses métodos conhecidos, o objeto deve direcionar o feixe laser manualmente para o centro das marcas permanentes a fim de obter um ponto de fixação. Os operadores do dispositivo de medição precisam assim realizar diversas operações antes de todos os pontos de fixação terem sido medidos. O inconveniente desses métodos conhecidos está no fato de que é difícil automatizar a operação de fixação. Quando a fixação é realizada por uma pessoa, existe o risco de erros tanto na estimativa do centro dos pontos de fixação quanto das marcas permanentes, bem como na etapa de real alinhamento.

EP 1.234.193 B1, que é uma contraparte da patente Estados

Unidos 6.922.251 de Kirchhof et al., cuja revelação está aqui incorporada pela referência, revela um método para medir o revestimento refratário de um recipiente metalúrgico por meio de um dispositivo de varredura laser, em que o dispositivo de varredura laser fica posicionado centralmente na frente do recipiente de fusão na preparação da etapa de medição para estabelecer uma definição precisa da posição do dispositivo de varredura laser em relação ao recipiente de fusão com a ajuda de marcas permanentes anexadas no dito recipiente de fusão. Depois da interrupção do processo de produção e, uma vez que o recipiente de fusão tenha sido esvaziado, a medição do interior do recipiente pode ser feita, em que o feixe laser que pode ser defletido horizontalmente e verticalmente varre a superfície interna do recipiente. Os feixes laser refletidos no revestimento refratário são recebidos e são processados de acordo com seu tempo de ida e volta. Uma vez que também a posição do receptor é bem conhecida em relação ao cabeçote laser e a respectiva posição angular do cabeçote laser tenha sido determinada para cada feixe laser individual, a forma da superfície do revestimento refratário pode ser reconstruída a partir dos dados gerados. Vantajosamente, o recipiente de fusão não é somente varrido na sua posição inclinada horizontalmente, mas a varredura é também feita em duas posições inclinadas adicionais, por exemplo,  $20^{\circ}$  para cima e aproximadamente  $20^{\circ}$  para baixo para possivelmente varrer todo o interior do vaso de fusão.

Depois da varredura central do revestimento refratário, também uma varredura esquerda e direita é realizada no método conhecido pela EP 1.234.193 B1 para também varrer toda a parede lateral perto da boca do vaso de fusão movendo-se o dispositivo de varredura laser para as posições esquerda ou direita com relação ao vaso de fusão. O dispositivo de varredura laser tem que se mover por causa de o vaso de fusão poder se inclinar em torno de seu eixo horizontal, mas não para a esquerda ou direita. Entretanto, cada vez que o dispositivo de varredura laser move-se, uma medição de

posição adicional do dispositivo de varredura laser tem que ser feita com o dispositivo de varredura laser quando se realiza a varredura da posição esquerda ou direita antes da real varredura de medição. Isto exige tempo adicional de diversos minutos e assim prolonga o tempo de parada do processo de produção.

US 6.922.252 B2 revela um método para medir o revestimento refratário de um vaso de fusão metalúrgico, em que a superfície do revestimento refratário do recipiente é também varrida por meio de um dispositivo de varredura laser, com um segundo cabeçote de laser provido para determinar a respectiva posição do dispositivo de varredura laser por meio de marcas de medição que são providas na parede da construção oposta ao recipiente de fusão, de maneira tal que o dispositivo de varredura laser fique posicionado entre as marcas de medição e o vaso de fusão. Neste método da tecnologia anterior, o laser de determinação de posição, também denominado rastreador laser, gira em uma distância acima do dispositivo de varredura laser para encontrar as marcas de medição montadas na construção atrás do dispositivo de varredura laser e assim determinar a respectiva localização do dispositivo de varredura laser. Uma vez que a posição do rastreador laser relativa ao dispositivo de varredura laser é conhecida, a respectiva localização do dispositivo de varredura laser pode ser derivada dela. Um inconveniente deste método da tecnologia anterior é o fato de que o rastreador laser fica arranjado na ponta de uma haste ou eixo de forma que a precisa localização do rastreador laser não permaneça inalterada em relação ao dispositivo de varredura laser, uma vez que impactos, vibrações da construção ou deformações inevitáveis do suporte tipo haste do rastreador laser levam a erros de medição que podem afetar a precisão da medição de uma maneira significativa. Adicionalmente, os ângulos de medição dos dois sistemas laser têm que ser alinhados entre si, que também leva a erros de medição significativos.

Portanto, é o objetivo da invenção melhorar o método conhecido pela EP 1.234.193 B1 de uma maneira tal que a medição do revestimento refratário de um vaso de fusão metalúrgico possa ser realizada mais rapidamente que neste método da tecnologia anterior.

5            Como uma solução para este objetivo, é provido um método referido na parte introdutória, isto é, para medir o revestimento refratário de um vaso de fusão metalúrgico, por exemplo, um convertedor de aço, por meio de um dispositivo de varredura laser que compreende um cabeçote laser para emitir feixes laser que podem ser defletidos nas direções vertical e horizontal  
10 e um dispositivo de recepção nas proximidades do cabeçote laser para receber os feixes laser refletidos no revestimento refratário para determinar sua direção e seu tempo de ida e volta. No método de medição da EP 1.234.193 B1, antes da real medição do revestimento refratário, a precisa posição e rumo do dispositivo de varredura laser em relação ao sistema de coordenadas do eixo de basculamento do convertedor é estabelecida pela medição da distância  
15 do dispositivo de varredura laser em relação às posições das marcas permanentes previamente instaladas e definidas. Esta posição precisa inicialmente mapeada do dispositivo de varredura laser será referida aqui como a posição de referência e rumo iniciais do dispositivo de varredura  
20 laser.

Em seguida, o processo de produção de aço dentro do convertedor termina e o convertedor é basculado para uma posição para medição, por meio do que a boca do convertedor fica voltada para o dispositivo de varredura laser. Então, uma primeira varredura do revestimento refratário é realizada com o dispositivo de varredura laser posicionado em  
25 frente à boca do convertedor, varrendo simultaneamente duas ou mais marcas temporárias.

As marcas temporárias podem ser marcas fixas posicionadas em frente ao convertedor antes de terminar o processo de produção de aço ou,

alternativamente, certas estruturas incidentais no recipiente ou dentro dele, tais como escória ou funis ou crateras formadas pelos bicos dentro do revestimento refratário. A partir dos dados de varredura, a posição das marcas temporárias em relação ao sistema de coordenadas do dispositivo de varredura laser é determinada de forma que a posição das marcas temporárias possa ser calculada no sistema de coordenadas do eixo de basculamento do convertedor.

Em seguida, se o dispositivo de varredura laser mover-se para uma ou mais novas posições em frente ao convertedor que não são definidas ou fixas no momento e varredura adicional do revestimento refratário é realizada a partir dessas novas posições, mas também simultaneamente varrendo as marcas temporárias a partir das posições do dispositivo de varredura laser a nova posição e rumo do dispositivo de varredura laser em relação ao sistema de coordenadas do eixo de basculamento do convertedor podem ser calculadas. A partir da varredura das marcas temporárias a partir das novas posições do dispositivo de varredura laser, a posição das marcas temporárias no sistema de coordenadas do dispositivo de varredura laser é simultaneamente calculada e a partir da posição previamente calculada das marcas temporárias em relação ao sistema de coordenadas do eixo de basculamento do convertedor, a nova posição e rumo do dispositivo de varredura laser em relação ao sistema de coordenadas do eixo de basculamento do convertedor pode ser calculada. A partir dos dados de pontos gerados pelas varreduras do feixe laser, os ângulos de basculamento do convertedor e as posições do dispositivo de varredura laser, o contorno interno do revestimento refratário do convertedor de aço pode ser derivado.

Opcionalmente, o convertedor pode ser basculado para uma ou mais posições adicionais e varreduras adicionais do revestimento refratário são feitas em cada uma das posições adicionais, repetindo-se as etapas supradescritas.

Na sua forma mais geral, a invenção diz respeito portanto a um método em que, com base em medições de posição previamente feitas por meio de marcas permanentes durante uma varredura de medição do recipiente a partir da primeira posição do dispositivo de varredura, as posições de duas  
5 ou mais marcas temporárias são medidas ao mesmo tempo, que são reconhecidas a partir de diferentes posições do dispositivo de varredura durante medições adicionais para que a localização e rumo do dispositivo de varredura laser possam ser calculados em relação ao eixo de basculamento do recipiente. As marcas permanentes usadas para determinação de posição do  
10 dispositivo de varredura laser podem ser parte da construção ou parte do vaso de fusão. Como parte da construção, as marcas permanentes podem ser cilindros, esferas ou outras marcas imóveis que são presas na construção ou no piso da construção. As marcas permanentes não precisam ser corpos posicionados ou anexados separadamente, já que basta que elas sejam parte da  
15 construção que não mudam sua posição e que elas possam ser varridas pelo feixe laser de forma que elas permitam uma determinação de posição precisa do dispositivo de varredura laser.

Em uma outra modalidade, as marcas permanentes não são parte da construção, mas são anexadas no recipiente de fusão ou formam parte  
20 do vaso de fusão, uma vez que basta determinar a posição do dispositivo de varredura laser em relação ao vaso de fusão a partir da boca do recipiente ou outras partes do mesmo que são providas com ou sem marcas permanentes. De acordo com a invenção, depois que uma primeira varredura de posicionamento pela qual a posição precisa do dispositivo de varredura laser  
25 em relação ao vaso de fusão foi determinada, tanto marcas temporárias nas proximidades da boca do vaso de fusão são posicionadas quanto são varridas simultaneamente durante a varredura de medição, com uma marca provida à direita e esquerda da boca, ou nas bordas da boca do vaso de fusão, ou na escória residual que possivelmente aderi-se nela ou funis ou crateras formadas

pelos bicos, ou outras estruturas reconhecíveis no material refratário podem ser usadas como marcas temporárias, e podem ser varridas durante a medição. Durante a primeira varredura de medição central, não somente o revestimento refratário do vaso de fusão é varrido pelo feixe laser, mas também as marcas temporárias cujas posições podem também ser determinada pelo dispositivo de varredura laser tão precisamente quanto os pontos de reflexão no revestimento refratário.

Em uma segunda etapa, o dispositivo de varredura laser fica agora posicionado à esquerda ou direita da boca do vaso de fusão para varrer um lado do revestimento refratário e possivelmente varrer assim todo o interior do recipiente. Ao mesmo tempo da realização da varredura de medição, o feixe laser também varre as marcas temporárias cujas localizações foram determinadas previamente durante a varredura de medição central para que o preciso posicionamento do dispositivo de varredura laser possa ser calculado sem exigir uma varredura de posicionamento adicional para o dispositivo de varredura laser, tal como exigido anteriormente para a primeira varredura de medição central.

Em seguida, o dispositivo de varredura laser move-se para uma outra posição, por exemplo, para a direita da posição central e o interior do vaso de fusão é varrido novamente, com as marcas temporárias sendo igualmente varridas ao mesmo tempo, de forma que, a partir de seu posicionamento previamente determinado, a respectiva nova posição de varredura (direita) do dispositivo de varredura laser pode ser calculada. Isto leva a economia de tempo de mais de 50 %, já que atualmente são necessários dois minutos para cada varredura de posição, uma vez que o procedimento de medição total nos métodos da tecnologia anterior que não usam marcas temporárias, leva 11 a 12 minutos, enquanto o método de acordo com a invenção precisa apenas 5 minutos de interrupção do processo de produção.

A invenção será agora descrita com relação ao desenho, em

que:

A figura 1 é uma vista plana esquemática de um convertedor com diversas posições de um dispositivo de varredura laser;

A figura 2 é uma vista lateral esquemática da figura 1.

5 Deve-se notar que, em todas as figuras, partes iguais são providas com os mesmos números de referência. Em particular, a figura 1 mostra um convertedor 1 como um vaso de fusão metalúrgico que tem um eixo horizontal H e um eixo de basculamento 8, com o convertedor 1 sendo basculado para fora em um ligeiro valor (cerca de 20°) de forma que se possa  
10 ver sua boca 7. Aproximadamente no meio ou centro da boca 7, um dispositivo de varredura laser 2 fica posicionado, o qual pode emitir um feixe laser 4 para o convertedor 1 para varrer seu revestimento refratário 6. O posicionamento do dispositivo de varredura laser 2 na frente da boca 7 do convertedor 1 não tem que ser precisamente central; basta que ele fique  
15 aproximadamente no meio da boca 7, de forma que o interior do convertedor 1 possa ser varrido o mais uniformemente possível.

Com referência ao convertedor 1, três marcas permanentes  $PM_1$ ,  $PM_2$ ,  $PM_3$  são providas detrás do dispositivo de varredura laser 2 e que são usadas para determinar o posicionamento do dispositivo de varredura  
20 laser 2 no posicionamento central de acordo com a figura 1. Deve-se notar que duas marcas permanentes podem ser o bastante para determinação de posição. As marcas permanentes  $PM_1 - PM_3$  são cilindros na presente modalidade; elas podem também ser esferas ou outras marcas que são adequadas para refletir os feixes laser 4 emitidos pelo cabeçote laser 3. É  
25 necessário apenas que todas marcas permanentes  $PM_1 - PM_3$  sejam marcas estacionárias de alguma maneira afixadas na construção, por exemplo, de forma que elas não mudem suas posições em relação do convertedor 1.

A figura 1 mostra duas marcas temporárias adicionais  $TM_1$  e  $TM_3$ , que são posicionadas à direita e esquerda da boca 7 do convertedor 1

antes do início do processo de medição. Conforme foi referido na parte introdutória da descrição, as marcas temporárias  $TM_1$ ,  $TM_2$  são igualmente cilindros, mas podem também ser esferas ou outros corpos refletivos, e é importante somente que as marcas temporárias permaneçam na mesma  
5 localização durante todas as três posições configuradas do dispositivo de varredura laser 2, 2', 2". Depois da medição elas podem ser removidas e têm que ser posicionadas em frente ao conversor somente para uma nova medição. Elas podem então ser reposicionadas em novas localizações. É necessário somente que elas fiquem dentro da área varrida do dispositivo de  
10 varredura laser 2. Em outras modalidades, duas ou mais marcas temporárias podem ser usadas.

O cabeçote laser 3 e o dispositivo de recepção 5 que estão em relacionamento espaçado definido entre si e que são usados com o método de acordo com a invenção, são per se conhecidos. O cabeçote laser 3 opera de  
15 maneira tal que ele direciona uma radiação laser de uma fonte laser para um espelho defletor, por exemplo, um espelho Polygon, que deflete os feixes laser 4 pela sua rotação. Um comprimento de onda para os feixes laser da luz visível ou próximo ao infravermelho é adequado. A deflexão dos feixes laser 4 é feita na direção vertical, se o espelho rotativo girar em torno de um eixo  
20 horizontal. Se o cabeçote laser 3 for também girado por um motor passo a passo em torno de um eixo vertical, os feixes laser 4 varrem a superfície do revestimento refratário 6 na forma de um disco.

A figura 2 mostra o processo de medição para determinar a superfície do revestimento refratário 6, ao passo que, na figura 1, a varredura de posicionamento inicial está mostrada por linhas cheias e as reais varreduras de medição são indicadas por feixes laser em linhas tracejadas 4', 4".  
25

Em particular, as etapas seguintes são realizadas com o método de acordo com a invenção:

. As marcas temporárias  $TM_1$ ,  $TM_2$  são colocadas na frente do

convertedor 1.

. O dispositivo de varredura laser 2 é posicionado de forma aproximadamente central na frente do convertedor 1.

5 . As marcas permanentes  $PM_1 - PM_3$ , que são afixadas na construção, são varridas pelo dispositivo de varredura laser 2, com o cabeçote laser 3 sendo direcionado para trás, isto é, voltado para fora da boca 7 do convertedor 1.

10 . As marcas permanentes  $PM_1 - PM_3$  são identificadas e suas posições são calculadas em relação ao sistema de coordenadas do dispositivo de varredura laser 2.

. Usando informação anterior a respeito da posição das marcas permanentes  $PM_1 - PM_3$  e a posição do eixo de basculamento do convertedor 8, a posição do dispositivo de varredura laser 2 é fixada em relação ao convertedor 1. A dita informação foi obtida durante medições de fixação  
15 preliminares.

. O processo de produção dentro do convertedor 1 é interrompido.

. O convertedor 1 é basculado para uma primeira posição, por exemplo, na direção do eixo horizontal H.

20 . Uma primeira varredura no meio respectivamente central do interior do convertedor 1 é feita e ao mesmo tempo as marcas temporárias  $TM_1, TM_2$  são igualmente varridas.

. As marcas temporárias  $TM_1, TM_2$  são identificadas e suas posições relativas ao dispositivo de varredura laser 2 são calculadas. Isto  
25 permite fixar suas posições em relação ao convertedor 1.

. O convertedor 1 é agora basculado para uma segunda posição, por exemplo,  $20^\circ$  para baixo.

. Uma segunda varredura central do interior do convertedor 1 é feita.

. O convertedor 1 é basculado para uma terceira posição, por exemplo, em  $40^\circ$  para cima com base na posição anterior (isto é,  $20^\circ$  para cima com base no eixo horizontal H).

. Uma terceira varredura central é feita.

5 O dispositivo de varredura laser 2 move-se de sua posição central para a esquerda para a posição 2'.

. Uma varredura esquerda do revestimento refratário 6 é feita, varrendo ao mesmo tempo as marcas temporárias  $TM_1$ ,  $TM_2$ .

10 . As marcas temporárias  $TM_1$ ,  $TM_2$  são identificadas e suas posições relativas ao dispositivo de varredura laser 2' são calculadas.

. Uma vez que a posição das marcas temporárias  $TM_1$ ,  $TM_2$  relativas ao convertedor 1 é conhecida, a posição do dispositivo de varredura laser 2' no posicionamento da esquerda pode ser determinada em relação ao convertedor 1.

15 . Em seguida, o dispositivo de varredura laser 2 move-se para a direita para a posição 2" e o convertedor 1 é varrido a partir do lado direito com as marcas temporárias  $TM_1$ ,  $TM_2$  sendo simultaneamente varridas a partir do lado direito.

20 . As marcas temporárias  $TM_1$ ,  $TM_2$  e suas posições relativas ao sistema de coordenadas do dispositivo de varredura laser 2' são calculadas.

. Uma vez que a posição das marcas temporárias  $TM_1$ ,  $TM_2$  relativas ao convertedor 1 é conhecida, a posição da direita do dispositivo de varredura laser 2" pode ser calculada e fixada em relação ao convertedor 1.

25 . A partir dos dados recebidos do dispositivo de recepção 5 relativas ao tempo de ida e volta dos feixes laser 4, 4' e 4" a partir da varredura central, a varredura da esquerda e a varredura da direita e a partir dos ângulos de inclinação do dispositivo de varredura laser 2 a superfície do revestimento refratário 6 pode ser determinada.

. Comparando-se resultados de medição previamente

armazenados, mudanças na espessura do revestimento refratário 6 podem ser detectadas.

Deve-se notar que versados na técnica sabem como modificar o método de acordo com a invenção sem fugir do escopo das reivindicações da patente.

5

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para medir o revestimento refratário (6) de um vaso de fusão metalúrgico (1), por meio de um dispositivo de varredura laser (2) que compreende um cabeçote laser (3) para emitir feixes laser que podem ser defletidos nas direções horizontal e vertical;

e com um dispositivo de recepção (5) nas proximidades do cabeçote laser (3) para receber os feixes laser (4) refletidos no revestimento refratário (6) para determinar suas direções e tempo de ida e volta;

em que, em uma etapa antes da real medição do revestimento refratário (6), a posição de referência e rumo iniciais do dispositivo de varredura laser (2) em relação ao sistema de coordenadas do eixo de basculamento do convertedor (8) foi estabelecida pelas marcas permanentes previamente instaladas e definidas ( $PM_1 - PM_3$ );

caracterizado pelo fato de que:

(a) o processo de produção de aço dentro do convertedor (1) é terminado;

(b) o convertedor (1) é basculado para varredura para uma posição por meio da qual a boca (7) do convertedor (1) fica voltada para o dispositivo de varredura laser (2);

(c) uma primeira varredura do revestimento refratário (6) é realizada com o dispositivo de varredura laser (2) na sua posição de referência e rumo iniciais na frente da boca (7) do convertedor (1), varrendo simultaneamente duas ou mais marcas temporárias ( $TM_1, TM_2$ ), as ditas marcas temporárias sendo tanto posicionadas na frente do convertedor (1) antes do término do processo de produção de aço, quanto elas são representadas pelas estruturas incidentais no convertedor ou dentro dele;

(d) a posição das duas ou mais marcas temporárias ( $TM_1, TM_2$ ) em relação ao sistema de coordenadas do dispositivo de varredura laser (2) é determinada para que a posição das marcas temporárias possa ser

calculada no sistema de coordenadas do eixo de basculamento do convertedor (8);

(e) em seguida, o dispositivo de varredura laser (2) move-se para uma ou mais novas posições (2', 2'') na frente do convertedor (1) que não são definidas neste momento;

(f) em seguida, é realizada uma varredura do revestimento refratário (6) com o dispositivo de varredura laser (2) posicionado na frente da boca (7) do convertedor (1) e varrendo simultaneamente as marcas temporárias (TM<sub>1</sub>, TM<sub>2</sub>) e determinando simultaneamente as posições das marcas temporárias (TM<sub>1</sub>, TM<sub>2</sub>) no sistema de coordenadas do dispositivo de varredura laser (2) para que, a partir da posição previamente calculada das marcas temporárias (TM<sub>1</sub>, TM<sub>2</sub>) em relação ao sistema de coordenadas do eixo de basculamento do convertedor (8), a nova posição e rumo do dispositivo de varredura laser (2) em relação ao sistema de coordenadas do eixo de basculamento do convertedor (8) possam ser calculadas; e

(g) em seguida, opcionalmente, o convertedor (1) pode ser basculado para uma ou mais posições adicionais e as etapas (e) – (f) são repetidas; e, finalmente,

(h) a partir dos dados de pontos gerados pelas varreduras do feixe laser, os ângulos de basculamento do convertedor e as posições do dispositivo de varredura laser (2, 2', 2''), o contorno interno do revestimento refratário (6) do convertedor de aço (1) pode ser derivado.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, como as marcas permanentes (PM<sub>1</sub> – PM<sub>3</sub>) são usados cilindros, esferas, chapas ou corpos similares, que são adequados para refletir os feixes laser (4).

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que pelo menos duas marcas permanentes (PM<sub>1</sub> – PM<sub>3</sub>) são usadas.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, como marcas temporárias (TM<sub>1</sub>, TM<sub>2</sub>) são usados cilindros, esferas, chapas ou corpos similares, ou partes do vaso de fusão, que são adequados para refletir os feixes laser (4) e que não mudam suas posições durante a medição.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que, como marcas temporárias (TM<sub>1</sub>, TM<sub>2</sub>), são usados restos de escória que aderem na boca (7).

6. Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que, como marcas temporárias (TM<sub>1</sub>, TM<sub>2</sub>), são usadas estruturas significativas que são formadas no revestimento refratário (6), tipo funis ou crateras formadas pelos bicos.

7. Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que pelo menos duas marcas temporárias (TM<sub>1</sub>, TM<sub>2</sub>) são usadas.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a varredura do revestimento refratário (6) é feita a partir de pelo menos duas posições do dispositivo de varredura laser (2) através da boca (7) do convertedor (1).

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a varredura do revestimento refratário (6) é feita a partir das três posições do dispositivo de varredura laser (2) através da boca (7) do convertedor (1), isto é, centralmente na frente da boca (7), bem como à esquerda e direita do centro.

10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-9, caracterizado pelo fato de que o revestimento refratário (6) é varrido em mais de uma posição de basculamento do convertedor (1) a partir de pelo menos uma posição do dispositivo de varredura laser (2, 2', 2").

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o convertedor (1) é basculado para duas posições para pelo

menos uma posição do dispositivo de varredura laser.

12. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que para as duas posições de basculamento do convertedor (1) são selecionados  $+20^{\circ}$  e  $-20^{\circ}$  com base no eixo horizontal (H).

5

13. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o convertedor (1) é basculado para três posições para pelo menos uma posição do dispositivo de varredura laser.

10

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que, como as três posições de basculamento do convertedor (1), são selecionados  $0^{\circ}$ ,  $+20^{\circ}$  e  $-20^{\circ}$  com base em um eixo horizontal (H).

15. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o convertedor (1) é varrido em mais de uma posição de basculamento para mais de uma posição do dispositivo de varredura laser.

Fig. 1

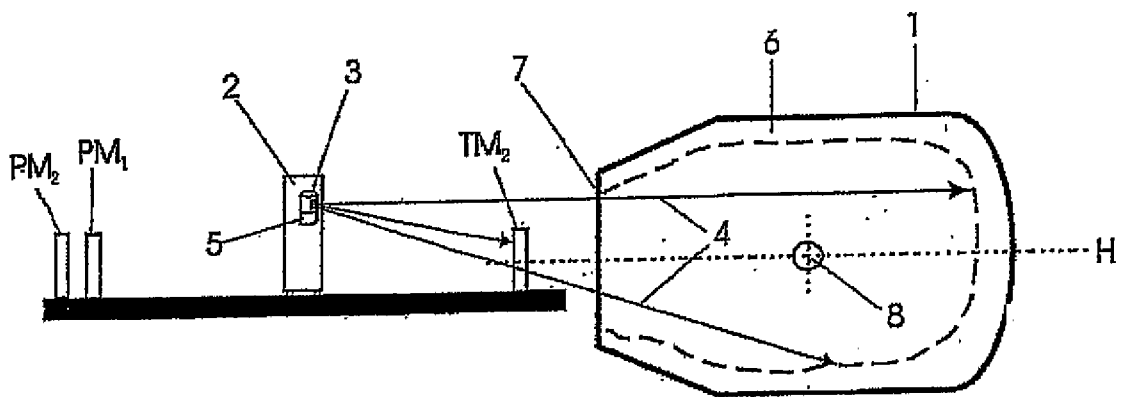
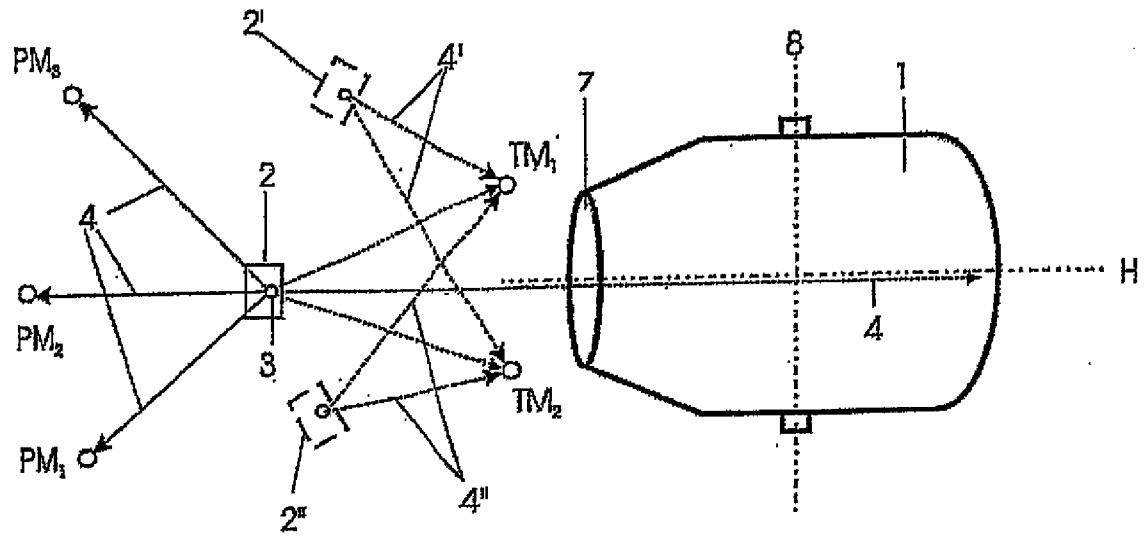


Fig. 2