



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

(21) **PI0613508-0 A2**

(22) Data de Depósito: 28/06/2006
(43) Data da Publicação: 11/01/2011
(RPI 2088)



(51) *Int.Cl.:*
C21D 11/00

(54) Título: **MÉTODO E APARELHO PARA TESTE DAS CARACTERÍSTICAS DE UM METAL FUNDIDO EM FORNO**

(30) Prioridade Unionista: 29/06/2005 US 11/170,254

(73) Titular(es): PROCESS TECHNOLOGY INTERNATIONAL, INC.

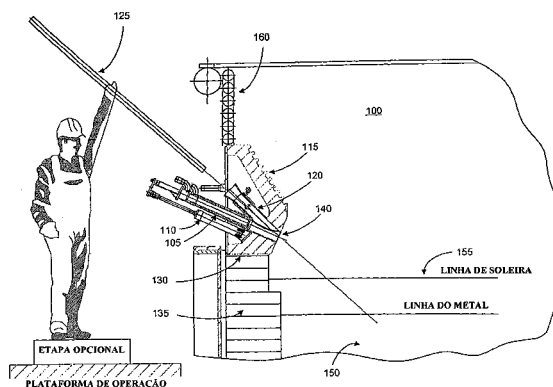
(72) Inventor(es): Valery G. Shver

(74) Procurador(es): Tavares Propriedade Intelectual Ltda

(86) Pedido Internacional: PCT US2006025035 de 28/06/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/005428 de 11/01/2007

(57) Resumo: MÉTODO E APARELHO PARA TESTE DAS CARACTERÍSTICAS DE UM METAL FUNDIDO EM FORNO. Trata-se de um método e aparelho para teste das características de um metal fundido em forno. De preferência, o método e aparelho possibilitam o teste seguro e eficiente da temperatura e da composição do metal fundido durante o ciclo de fusão do metal. De acordo com um aspecto da invenção, usado em um processo de produção de aço em um forno a arco elétrico, uma sonda do forno é reciprocada através de uma abertura do bujão da sonda do forno, a sonda do forno é retraída da abertura do bujão da sonda do forno, uma sonda do forno é inserida através da abertura do bujão da sonda do forno, a sonda do forno é retraída da abertura e o bujão da abertura da sonda do forno é inserido na abertura do bujão da sonda do forno.



Relatório descritivo da Patente de Invenção
para **“MÉTODO E APARELHO PARA TESTE DAS
CARACTERÍSTICAS DE UM METAL FUNDIDO EM
FORNO”**.

5

CAMPO TÉCNICO

A presente invenção refere-se, em geral, a um método e aparelho usados para a fusão, refinação e processamento de metais, e, mais especificamente, a um método e aparelho para teste das características do metal fundido em uma fundição.

10

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

O forno a arco elétrico (EAF) produz aço usando um arco elétrico para fundir uma ou mais cargas de sucatas de metal, gusa líquido, materiais à base de ferro ou outros materiais fundíveis, que são colocadas dentro do forno. Os EAFs
15 modernos também são capazes de produzir aço pela fusão do DIR (ferro-esponja) combinada com o gusa líquido proveniente de um alto-forno. Além da energia elétrica do arco, queimadores auxiliares fornecem energia química usando combustível e um gás oxidante para produzir produtos de combustão com elevado
20 teor calorífico para auxiliar ao arco.

Se o EAF for usado como um fundidor de sucata, a carga de sucata é carregada despejando-a no forno através da abertura de teto a partir de caçambas, que também pode incluir carbono carregado e materiais de formação de escória. Um
25 método de carregamento similar, usando uma concha para o gusa líquido de um alto-forno, pode ser usado junto com a injeção do

DRI por uma lança para produzir a carga. Além disso, esses materiais podem ser adicionados através de outras aberturas no forno.

Na fase de fusão, o arco elétrico e os
5 queimadores fundem a carga, transformando-a em uma poça de metal fundido, chamada de metal fundido de ferro-carbono, que se acumula no fundo ou soleira do forno. Normalmente, após um banho uniforme ter se formado pela fusão de toda a carga introduzida, o forno a arco elétrico entra na fase de refinação e/ou
10 descarbonação. Nesta fase, o metal continua a ser aquecido pelo arco até que os materiais de formação de escória se combinem com as impurezas no metal fundido de ferro-carbono e subam até a superfície na forma de escória. Durante o aquecimento do metal fundido de ferro-carbono, ele chega à temperatura e às condições
15 em que o carbono no metal fundido se combina com o oxigênio presente no banho, formando bolhas de monóxido de carbono. Geralmente, os fluxos de oxigênio são soprados para o banho por meio de lanças, ou queimadores/lanças, para produzir uma descarbonação do banho pela oxidação do carbono contido no
20 banho.

A descarbonação resultante reduz o teor de carbono do banho a um nível determinado. Se um metal fundido de ferro-carbono tiver teor de carbono inferior a 2%, ele se torna aço. Com exceção das operações que usam o gusa líquido dos
25 alto-fornos, os processos de produção de aço em EAF normalmente começam com cargas contendo menos de 1% de

carbono. O carbono no banho de aço é reduzido continuamente até atingir o teor desejado para a produção de uma classe específica de aço, caindo até menos de 0,1% para aços de baixo teor de carbono.

5 Assim que o banho de aço atinge uma temperatura e grau desejado, ele pode ser removido do forno. Com a necessidade de se diminuir os tempos de produção de aço nos fornos a arco elétrico, é desejável identificar quando o aço está pronto para remoção assim que ele atingir a temperatura e as
10 condições desejadas. Infelizmente, há diversas barreiras que devem ser ultrapassadas a fim de determinar se o metal fundido está pronto para o vazamento.

O forno deve atingir temperaturas elevadíssimas para fundir a carga, transformando-a em metal fundido. Por
15 exemplo, sucatas de metal se fundem a aproximadamente 2768 °F (1.520 °C). Para atingir tais temperaturas elevadas, os fornos de produção de aço geralmente são totalmente fechados, com o mínimo de aberturas. Em virtude das pressões negativas no EAF, as aberturas do forno podem deixar o ar ambiente entrar no forno
20 e criar pontos frios. Além disso, muitas vezes se deseja elevar a temperatura do metal fundido a um nível suficiente acima do ponto de fusão (geralmente, de 1.621,11 °C a 1.676,67 °C (2950 °F - 3050 °F)) para permitir que o metal fundido seja transferido do forno para o local desejado e recebe processamento adicional
25 sem que ocorra solidificação prematura.

Além disso, em vista da temperatura elevada, não é muito prático instalar um medidor fixo de temperatura no forno para monitorar a temperatura do banho de metal fundido. Por essa razão, os produtores de aço costumam usar termopares descartáveis para verificar a temperatura do banho líquido. Normalmente, montam-se sondas descartáveis em mangas de papelão que deslizam sobre um pólo da sonda de aço, o qual possui contatos elétricos internos. A sonda descartável transmite um sinal elétrico para o pólo de aço, que, por sua vez, transmite o sinal para uma unidade eletrônica, que o interpreta. Podem ser usadas sondas adicionais para determinar o teor de carbono e os níveis de oxigênio dissolvido no metal fundido. Várias sondas de temperatura e teor químico descartáveis são conhecidas na técnica.

Geralmente, as sondas descartáveis são inseridas no forno através da porta de escória. Infelizmente, muitas são as desvantagens ao se medir a temperatura pela porta de escória aberta. Por exemplo, quando a porta está aberta, uma grande quantidade de calor pode escapar do forno. Se, nesse momento, o banho de metal fundido estiver abaixo da temperatura desejada, as várias sondas de temperatura terão ser feitas, caso este em que o forno terá de compensar pelo calor perdido durante esse processo, consumindo mais energia.

Outra desvantagem em medir os parâmetros do banho de aço através da porta de escória está envolvida no processo de inserir a sonda no banho líquido. Há muitos anos, a

única forma de introduzir as sondas no metal fundido era manualmente. Essa operação manual colocava o operador sujeito a grande risco de lesões. Hoje em dia, algumas usinas de aço e fundições ainda usam esse procedimento manual, pois o custo da maioria dos sistemas alternativos é proibitivo. A cada ano, muitos operadores sofrem graves lesões, e até morrem, ao realizar manualmente a operação de medição do forno. Essas lesões costumam ocorrer quando o volume de escória aumenta rapidamente no forno e transborda, provocando assim lesões no operador.

O transbordamento de escória é geralmente causado pela rápida reação do oxigênio e do carbono no forno. O oxigênio é injetado no banho de aço com o objetivo de remover ou equilibrar os elementos, como por exemplo, mas sem a isto se limitar, enxofre, fósforo, manganês, silício e carbono. Embora o carbono reaja rapidamente com o oxigênio, à medida que a concentração de carbono no banho de aço cai abaixo de 0,10% em peso, a reação entre o oxigênio e o carbono desacelera consideravelmente. De modo a reduzir o carbono a menos de 0,05% no banho de aço, o nível de oxigênio ativo ou livre no aço deve ser de aproximadamente 500 ppm. Se qualquer material, como escória ou sucata, caísse das paredes do forno para o banho de aço, ocorreria uma erupção. Os elementos oxidáveis na escória ou no aço reagiriam com o oxigênio ativo no banho de aço, e criariam, numa rapidez extrema, grande quantidade de gases inflamáveis. Esses gases podem explodir subitamente, com força

suficiente para arremessar a escória e o aço a uma grande distância. Além disso, quando os gases inflamáveis criados nesta reação estiverem saindo do forno através da porta de escória, eles entram imediatamente em combustão com o ar fora do forno, com
5 isso aumentando a intensidade da reação.

Tais reações ocorrem com tanta rapidez que se cria um efeito explosivo. Tragicamente, se tais reações ocorrerem enquanto a porta de escória estiver aberta para medição manual, a fervura da escória pode transbordar o forno e provocar graves
10 lesões no operador. Atualmente, muitos operadores de forno usam um dispositivo móvel grande e caro para inserir as sondas no forno. Uma vez que a porta de escória deve permanecer limpa para remover a escória do forno, não é possível instalar uma ferramenta especializada para inserção de sonda de temperatura
15 adjacente à porta de escória. Em vez disso, o dispositivo precisa ter ou um braço longuíssimo para atravessar a porta de escória e chegar ao banho, ou deve ser móvel para que possa ser movido para fora do caminho da porta para outros processos.

Quando a porta de escória é aberta, toda a
20 escória e metal retido na abertura da porta devem ser limpos para permitir a inserção da sonda de medição. A limpeza da porta pode ser feita com um grande êmbolo, que empurra a escória e a sucata para fora da abertura da porta, em direção ao metal fundido. Visto que qualquer sucata presa na abertura é empurrada para o metal
25 fundido adjacente à porta, a sonda inserida através da porta não consegue medir a temperatura do metal fundido com facilidade. É

prática comum, na indústria, aguardar até que essa sucata seja fundida antes de tirar uma medição. Essa prática agrega tempo extra à fase de fusão, e, portanto, despesas adicionais no processo de produção de aço.

5 Há outras possíveis opções disponíveis para a inserção da sonda de temperatura, mas elas sofrem de desvantagens significativas, e não costumam ser usadas na indústria. Em primeiro lugar, poderia ser feita uma abertura na parede lateral do forno, e depois uma sonda de temperatura seria
10 inserida através dela. Infelizmente, não há um local adequado para tal abertura. Se a abertura fosse disposta na parte de baixo do forno, próximo ao metal fundido, ela ficaria entupida com escória. Dessa forma, a escória teria de ser removida antes da inserção da sonda. Antes da presente invenção, não havia um dispositivo
15 disponível para limpar a escória de tal abertura com facilidade e eficiência. A limpeza da escória da abertura é uma tarefa onerosa, pois a escória se solidifica nas paredes do forno, podendo se tornar bastante espessa. Assim, seria difícil limpar a escória da abertura e inserir a sonda de temperatura de maneira eficiente.

20 Como alternativa, a abertura poderia ser disposta bem no alto da parede lateral do forno, onde ela teria menos chances de se tornar obstruída com escória. Essa solução também não é desejável, uma vez que a abertura de acesso ficaria distante do metal fundido. Desse modo, seria necessário um pólo
25 de sonda excepcionalmente longo para alcançar o metal fundido.

Portanto, seria vantajoso oferecer um método e aparelho para medir a temperatura de um banho de metal fundido através de uma abertura no forno, que não seja a porta de escória.

Além disso, seria vantajoso oferecer um método
5 e aparelho para medir a temperatura de um banho de metal fundido através de uma abertura especial para a sonda de temperatura.

Além disso, seria vantajoso oferecer um método e aparelho para remover a escória de uma abertura especial para a
10 sonda de temperatura.

Além disso, seria vantajoso oferecer um método e aparelho para medir características do banho de metal fundido através de uma abertura especial para a sonda, próxima ao banho.

Além disso, seria vantajoso oferecer um método
15 e aparelho para amostrar um banho de metal fundido usando uma sonda metalúrgica para realizar análise química no metal.

Além disso, seria vantajoso oferecer um forno com uma abertura especial para a sonda.

BREVE SUMÁRIO DA INVENÇÃO

20 A presente invenção oferece um método e aparelho para teste das características do metal fundido em um forno. De preferência, o método e aparelho possibilitam o teste seguro e eficiente da temperatura e da composição do metal fundido durante o ciclo de fusão do metal.

25 De acordo com um aspecto da invenção, um bujão de sonda do forno é reciprocado através de uma abertura do

bujão da sonda do forno, o bujão da sonda do forno é retraído da abertura do bujão da sonda do forno, uma sonda do forno é inserida através da abertura do bujão da sonda do forno, a sonda do forno é retraída da abertura e o bujão da abertura da sonda do
5 forno é inserido na abertura do bujão da sonda do forno.

De acordo com outro aspecto da presente invenção, o aparelho de sonda do forno inclui um invólucro de montagem para proteger o aparelho de sonda do forno e montá-lo no forno.

10 De acordo com outro aspecto da presente invenção, o bujão da abertura da sonda do forno pode ser reciprocado mais de uma vez durante um ciclo de fusão de metal.

Além disso, o bujão da abertura da sonda do forno pode ser reciprocado periodicamente durante o ciclo de
15 fusão de metal.

De acordo com outro aspecto da presente invenção, o bujão da abertura da sonda do forno é reciprocado para remover a escória da abertura da sonda do forno. De preferência, a reciprocção do bujão da abertura da sonda do
20 forno através da abertura do bujão de sonda do forno remove pelo menos uma parte do acúmulo de escória próximo à abertura da sonda do forno. Além disso, quando o bujão da abertura da sonda do forno é reciprocado através da abertura da sonda do forno, ele é estendido através da abertura, passa pela parede do invólucro da
25 sonda do forno, e então se retrai para sua posição original fechada.

De acordo com outro aspecto da presente invenção, o aparelho de sonda do forno para uso em um forno a arco elétrico compreende um bujão da abertura da sonda do forno adaptado para inserção em uma abertura da sonda do forno e um
5 reciprocador do bujão da abertura da sonda do forno para mover o bujão da abertura da sonda do forno. De preferência, o reciprocador do bujão da abertura da sonda do forno é acoplado ao bujão da abertura da sonda do forno e adaptado para mover o bujão entre uma posição retraída e uma posição inserida em
10 relação à abertura da sonda do forno. Quando o bujão da abertura da sonda do forno está na posição inserida, ele fecha a abertura da sonda do forno e impede a entrada de escória, e outros resíduos, no aparelho de sonda de forno. Quando o bujão da abertura da sonda do forno está na posição retraída, ele permite a passagem
15 de uma sonda do forno através da abertura da sonda do forno.

De acordo com outro aspecto da presente invenção, o reciprocador do bujão da abertura da sonda do forno é um braço telescópico adaptado para avançar e retrain o bujão da abertura da sonda do forno.

20 De acordo com outro aspecto da presente invenção, o invólucro de montagem do aparelho de sonda do forno é resfriado a fluido e adaptado para proteger o bujão da abertura da sonda do forno e a sonda do forno contra o ambiente hostil do forno.

25 De acordo com outro aspecto da presente invenção, o aparelho de sonda do forno é montado na etapa

refratária do forno e é acessado através de um painel lateral da parede do forno.

De acordo com ainda outro aspecto da presente invenção, o invólucro de montagem inclui um defletor para desviar a sucata carregada no forno para longe da sonda do forno e do bujão da abertura. De preferência, o defletor é um pórtico inclinado em direção ao interior do forno. Além disso, o invólucro de montagem pode incluir enrugamentos para reter a escória. A escória ajuda a isolar o dispositivo de montagem do calor do forno.

Esses e outros aspectos, bem como vantagens, que caracterizam as várias concretizações preferidas da presente invenção, transparecem quando da leitura da descrição detalhada a seguir e quando do exame dos desenhos associados.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A FIG. 1 é uma vista lateral em seção transversal de uma concretização ilustrativa de um aparelho de sonda de forno montado em um forno a arco elétrico, e que é construído de acordo com uma concretização exemplificativa da presente invenção.

A FIG. 2 é uma vista lateral em seção transversal do aparelho de sonda de forno ilustrado na FIG. 1, ilustrando o bujão da abertura da sonda do forno em uma posição retraída e uma sonda inserida através da abertura da sonda do forno.

A FIG. 3 é uma vista lateral em seção transversal do aparelho de sonda de forno ilustrado na FIG. 1, ilustrando o bujão da abertura da sonda do forno em uma posição inserida.

5 A FIG. 4 é uma vista lateral em seção transversal do aparelho de sonda de forno ilustrado na FIG. 1, ilustrando o bujão da abertura da sonda tanto na posição retraída como na posição inserida.

10 DESCRIÇÃO DETALHADA DAS CONCRETIZAÇÕES PREFERIDAS

Referindo-se agora aos desenhos, nos quais números similares representam elementos similares, as concretizações exemplificativas da presente invenção são descritas neste documento.

15 A FIG. 1 é uma vista lateral em seção transversal de uma concretização ilustrativa de um aparelho de sonda de forno montado em um forno a arco elétrico ("EAF"), e que é construído de acordo com uma concretização exemplificativa da invenção. Em uma concretização
20 exemplificativa, o EAF 100 funde sucata ferrosa, ou outros materiais à base de ferro, por meio de um arco elétrico produzido por um ou mais eletrodos para coletar um banho de metal fundido ou metal fundido 150 em sua soleira. O nível do banho de metal varia significativamente durante o processo de fusão. O nível do
25 banho geralmente começa com um nível de resíduo quente, que é o metal fundido de ferro remanescente do aquecimento anterior.

À medida que cargas de sucata ou de outros materiais à base de ferro são fundidas, o nível aumenta. O forno é normalmente preenchido até um nível de aproximadamente 18 polegadas (45,72 cm) para baixo a partir da linha de soleira 155. Outros processos de produção de aço, como a fusão do DRI e o processo ConSteel, produzem mudanças de nível do banho similares. Normalmente, a soleira do EAF tem em geral forma esférica, e é feita de material refratário capaz de suportar a elevada temperatura do metal fundida. A soleira do EAF 100 é normalmente circundada por uma carcaça superior composta de uma série de painéis resfriados a fluido. Sabe-se que os painéis resfriados a fluido que formam a parede lateral 160 do forno 100 podem ser de vários tipos convencionais. Esses painéis são normalmente alimentados com fluido refrigerante por condutos de alimentação circunferencial, que são conectados de forma que o fluido circule através dos painéis e depois saia para expulsar o calor.

Como alternativa, podem ser usados painéis resfriados a pulverização em vez de painéis resfriados a fluido. Em um típico sistema resfriado a pulverização, usam-se duas carcaças de chapa concêntricas separadas por um vão. Entre as duas carcaças, estão instalados numerosos bicos pulverizadores adaptados para pulverizarem a parte externa da carcaça interna (a carcaça adjacente ao interior do forno). O fluido pulverizado sobre a carcaça resfria o material da carcaça.

O metal fundido 150, geralmente composto de ferro e carbono, geralmente é coberto com várias quantidades de

escória, produzida pelas reações químicas entre o metal fundido e os materiais de formação de escória adicionados ao forno antes ou durante o processo de fusão do metal. Assim que a sucata de metal ou outra carga tiver sido fundida, o banho de metal 150 é
5 geralmente refinado por aditivos e descarbonizado por lançamento de oxigênio. Isso produz a química necessária para a fusão e reduz o teor calorífico do metal para a classe de aço desejada.

Após os eletrodos serem ligados, pode-se
10 desenvolver uma escória espumosa injetando carbono particulado para proteger os componentes do forno contra a radiação do arco. Durante a refinação e depois dela, o banho de metal 150 é geralmente aquecido, pelo arco elétrico, acima de sua temperatura de fusão. O superaquecimento é usado para permitir que o banho
15 de metal 150 permanece a uma temperatura suficientemente elevada enquanto é transportado em uma concha e enquanto outras etapas do processo são consumadas. Caso o metal fundido 150 não contenha um nível de carbono adequado à classe de aço desejada, então ele deve ser carbonado novamente pela adição de
20 carbono ao banho, ou à concha, durante ou após o vazamento do metal fundido. O metal fundido 150 pode carecer de um nível adequado de carbono devido aos materiais que foram fundidos para formar o banho ou devido ao fato de o lançamento de oxigênio ter diminuído o teor de carbono a um limiar abaixo do
25 desejado.

Antes de remover o metal fundido 150 do forno 100, é importante verificar se o metal fundido 150 atingiu a temperatura apropriada e se ele tem as características desejadas. Em uma concretização exemplificativa da presente invenção, a temperatura e as características químicas do metal fundido 150 são medidas usando uma sonda. Os versados na técnica estão familiarizados com as diversas sondas disponíveis para medição da temperatura e da composição química do metal fundido 150.

A FIG. 2 é uma vista lateral em seção transversal do aparelho de sonda de forno ilustrado na FIG. 1, ilustrando o bujão da abertura da sonda em uma posição retraída. Conforme ilustrado na FIG. 2, o aparelho de sonda de forno 200 de acordo com uma concretização exemplificativa da presente invenção geralmente inclui, sem a isto se limitar, um invólucro do aparelho de sonda de forno 115, um bujão da sonda de forno 105, um reciprocador da sonda de forno 110 e um receptáculo da sonda 120.

Referindo-se novamente à FIG. 1, o aparelho de sonda de forno 200 é, de preferência, montado através de uma abertura no painel da parede lateral de resfriamento de fluido 160 do forno 100. Na concretização ilustrada, o invólucro de montagem 115 repousa, de preferência, sobre o degrau 130 formado entre os painéis da parede lateral 160 da carcaça superior do forno 100 e a parede refratária da soleira 135. Como alternativa, o aparelho de sonda de forno 200 poderia ser

suportado ou suspenso por outro membro estrutural adequado do forno 100.

O bujão da sonda do forno 105 e o receptáculo da sonda do forno 120 podem ser montados no invólucro do aparelho de sonda de forno 115. O invólucro do aparelho de sonda de forno 115 é montado, de preferência, na parte inferior da parede lateral 160 do forno ou no degrau refratário 130 para oferecer acesso à sonda próximo à superfície do metal fundido 150. O invólucro de montagem 115 também oferece proteção para o bujão da sonda do forno 105 e para o receptáculo da sonda do forno 120 contra o calor intenso do forno 100 e contra danos mecânicos causados pela queda de sucata. Em operação normal, uma cobertura de escória se forma sobre o invólucro de montagem 115. A cobertura de escória ajuda a isolar o invólucro de montagem 115 contra o calor no forno.

O receptáculo da sonda do forno 120 é, geralmente, inclinada para baixo em um ângulo de sondagem, de preferência entre 30 e 30 graus, para direcionar a inserção de uma sonda 125 através da abertura da sonda do forno 140 em direção ao metal fundido de metal 150 na soleira do forno 100. Para facilitar as medições pela parede lateral 160, é preferível que a sonda 125 seja inserida em um ângulo que não seja nem muito fechado nem muito pronunciado. Se o ângulo for muito pronunciado, a sonda pode entrar em contato com a soleira do forno 100 na extremidade inferior, produzindo medições imprecisas, ou interferir nos elementos resfriados a fluido da

parede lateral na carcaça superior na extremidade superior. Se o ângulo for muito pequeno, pode-se tornar necessária uma sonda excepcionalmente longa para alcançar o metal fundido 150. Mais preferivelmente, usa-se um ângulo de aproximadamente 45 graus (+/- 15 graus).

Em uma concretização exemplificativa da presente invenção, o receptáculo da sonda do forno 120 tem, de preferência, forma cilíndrica, com uma abertura aumentada, afunilada, para direcionar a sonda do forno 125 através da abertura da sonda do forno 140. Além disso, como ilustrado na FIG. 2, o receptáculo da sonda do forno pode incluir um canal de ar comprimido 210 para injetar ar comprimido através do receptáculo da sonda do forno 120 e da abertura da sonda do forno 140. O ar comprimido pode soprar qualquer escória ou resíduo para fora da abertura da sonda do forno 140 quando o bujão da abertura da sonda do forno 105 é retraído. É preferível injetar ar comprimido através da abertura da sonda do forno 140 sempre que o bujão da abertura da sonda do forno 105 estiver na posição retraída.

Em uma concretização alternativa da presente invenção, o bujão da abertura da sonda do forno pode ser omitido e um fluxo de ar comprimido pode ser injetado continuamente através da abertura para manter a abertura livre de escória e resíduos. Normalmente, essa solução não é desejável, devido ao custo envolvido na injeção contínua de ar comprimido e a seu efeito de resfriamento sobre o metal fundido.

Em uma concretização exemplificativa da presente invenção, o receptáculo da sonda do forno 120 inclui um disparador para injetar automaticamente o ar comprimido através da abertura da sonda do forno quando o bujão da abertura da sonda do forno 105 é retraído. Além disso, o disparador pode ser adaptado para bloquear automaticamente o fluxo de ar comprimido quando o bujão da abertura da sonda do forno 105 é reinserido na abertura da sonda do forno 140.

Referindo-se novamente à FIG. 2, o aparelho de sonda de forno 200 é ilustrado com o bujão da sonda de forno 105 retraído da abertura da sonda do forno 140. Em uso, o bujão da sonda do forno 105 é retraído para limpar a abertura da sonda do forno 140 para a inserção de uma sonda do forno 125. Conforme ilustrado na FIG. 2, o receptáculo da sonda do forno 120 direciona uma sonda do forno 125 através da abertura da sonda do forno 140. Assim, a sonda do forno 125, via o receptáculo da sonda do forno 120, e o bujão do receptáculo da sonda do forno 105, são inseridos pela mesma abertura. A FIG. 2 mostra que a sonda do forno 125 e o receptáculo da sonda do forno 120 possuem caminhos que se cruzam. De modo que a sonda 125 seja inserida através da abertura da sonda do forno 140, o bujão da abertura da sonda do forno 105 é retraído o suficiente para permitir a passagem da sonda 125. A FIG. 2 ilustra esta relação à medida que o bujão da abertura da sonda do forno 105 é retraído, limpando o caminho da sonda 125.

Conforme ilustrado na Fig. 2, uma concretização exemplificativa do invólucro da sonda do forno 115 compreende um painel superior resfriado a fluido 240, um painel frontal resfriado a fluido 230 e um painel inferior resfriado a fluido 250. Além disso, o painel frontal resfriado a fluido 230 pode compreender uma parte superior 234 que é inclinada em direção ao centro do forno e uma parte inferior 235 que é inclinada para dentro em direção à lateral do forno. Como alternativa, a parte inclinada 234 pode fazer parte do painel superior resfriado a fluido 240, ou pode ser usada no lugar do painel superior resfriado a fluido 240. De preferência, a parte superior 234 inclui enrugamentos para reter escória, com isso isolando o invólucro da sonda do forno 115 contra o calor intenso do forno. De preferência, a parte inferior 235 é inclinada para dentro em um ângulo de umidade. O ângulo de umidade é um ângulo em que o fluido se adere à superfície, apesar de a gravidade afastar o fluido da superfície. De preferência, o ângulo de umidade está entre 5 a 10 graus na vertical. A inclinação para dentro da parte inferior 235 da parede frontal 230 do invólucro 115 permite que a abertura da sonda do forno 140 seja protegida contra a queda de sucatas pela parte superior 234 da superfície frontal 230.

Referimos-se agora à FIG. 3, que é uma vista lateral em seção transversal do invólucro da sonda do forno com o bujão da abertura da sonda do forno 105 na posição à frente. Conforme ilustrado na FIG. 3, quando o bujão da abertura da

sonda do forno 105 está na posição à frente (ou fechada, ou inserida), o bujão 105 preenche a abertura da sonda 140. Nesta posição, o bujão 105 impede a entrada de escória e de outros resíduos no aparelho de sonda de forno 200. Geralmente, é
5 preferível que o bujão 105 seja posicionado de maneira manivelada com a parede externa do invólucro 115, ou ligeiramente estendido através da abertura 140. Se o bujão da abertura da sonda do forno 105 estiver posicionado dentro da abertura de modo que fique ligeiramente retraído, o dispositivo de
10 sonda do forno ainda deve operar corretamente. Entretanto, é desejável que o bujão da abertura da sonda do forno 105 bloqueie a abertura o suficiente para minimizar a saída de escória e resíduos do forno e para minimizar a entrada de ar ambiente no forno.

15 Em uma concretização exemplificativa da presente invenção, o bujão de abertura da sonda do forno 105 é resfriado a fluido para protegê-lo contra o calor intenso do forno. De preferência, as paredes laterais e a face frontal do bujão 105 incluem canais de fluido para o resfriamento das superfícies
20 externas. Como alternativa, o bujão pode incluir bicos pulverizadores internos para resfriar a face frontal do bujão pelo interior. Conforme ilustrado na FIG. 2, o fluido pode ser canalizado através do bujão 105 usando a entrada de fluido 205 e a saída de fluido 206. Os versados na técnica de produção de aço
25 estão familiarizados com o uso de canais de resfriamento a fluido para o resfriamento de componentes do forno. O uso de canais de

resfriamento a fluido é de particular interesse na face frontal do bujão da abertura da sonda do forno 105, pois ele é exposto ao calor do forno durante a maior parte do ciclo de fusão do forno.

Em uma concretização exemplificativa da presente invenção, o bujão da abertura da sonda do forno 105 é retraído por um reciprocador do bujão da abertura da sonda do forno 110. Como alternativa, outro dispositivo pode ser usado para retrain o bujão da abertura da sonda do forno 105 a partir da abertura da sonda do forno 140. Em mais uma concretização alternativa, O bujão da abertura da sonda do forno 105 pode ser removido ou retraído manualmente.

Conforme ilustrado na FIG. 2, o reciprocador do bujão da abertura da sonda do forno 110 pode ser um braço telescópico acoplado ao bujão da abertura da sonda do forno 105. O reciprocador do bujão da abertura da sonda do forno 110 pode ser acoplado ao bujão da abertura da sonda do forno 105 usando qualquer dispositivo de acoplamento adequado, inclusive, sem a isto se limitar, um flange 215 que se estende entre o reciprocador 110 e o bujão 105. Em uma concretização alternativa da presente invenção, o braço telescópico pode ser substituído por um dispositivo mecânico alternativo capaz de exercer uma força sobre o bujão da abertura da sonda do forno 105 para retrain e estender o bujão 105.

De preferência, o reciprocador do bujão da abertura da sonda do forno 110 é controlado por meios eletrônicos. Além disso, o reciprocador do bujão da abertura da

sonda do forno 110 pode ser controlado automaticamente em um momento predeterminado, ou pode ser controlado via uma interface do operador. A interface do operador pode ser implementada usando um interruptor, alavanca, software ou outro mecanismo de interface do operador. Como alternativa, o reciprocador do bujão da abertura da sonda do forno 110 pode ser controlado usando vários dispositivos capazes de inserir e retrain o bujão da abertura da sonda do forno 105.

De acordo com uma concretização exemplificativa da presente invenção, o reciprocador do bujão da abertura da sonda do forno 110 pode ser adaptado para mover o bujão da abertura da sonda do forno 105 através da abertura da sonda do forno 140 para limpar a escória da abertura 140. Além disso, geralmente é preferível estender o bujão da abertura da sonda do forno 105 através da abertura da sonda do forno 140 periodicamente durante um ciclo de fusão para impedir que o acúmulo substancial de escória obstrua a abertura 140, impedindo assim a inserção da sonda 125. Durante um ciclo de fusão, é criada escória no forno 100, que pode se acumular em qualquer dispositivo exposto no forno 100.

Se quantidades significativas de escória se acumularem na abertura da sonda do forno 140, pode ser difícil remover a escória rapidamente antes da inserção da sonda do forno 125. A escória pode se tornar dura ao aderir-se a uma parede lateral 160 ou a um dispositivo do forno, tal como o aparelho de sonda do forno 200. Se a escória se acumular sobre a

abertura da sonda do forno 140, dependendo do nível de acúmulo, pode ser necessário limpar a escória antes de inserir a sonda 125. Logo, é desejável evitar o acúmulo significativo de escória. Um método exemplificativo para impedir o acúmulo de escória de acordo com a presente invenção envolve reciprocitar o bujão da
5 abertura da sonda do forno 105 periodicamente para limpar a abertura 140. O movimento recíproco de preferência avança o bujão 140 através da abertura 140 a uma distância suficiente para remover a escória, e depois retorna o bujão 105 para sua posição
10 dentro da abertura 140. Geralmente, uma distância de uma a quatro polegadas (2,54 a 10,16 cm) é suficiente para limpar a escória. O movimento recíproco para frente e para trás do bujão 105 limpa a escória da abertura 140 e impede o acúmulo e solidificação de grandes quantidades de escória em volta da
15 abertura 140.

Em uma concretização exemplificativa da presente invenção, o bujão 105 é reciprocado diversas vezes durante um ciclo de fusão, de preferência ao menos duas vezes. Se reciprocitar duas vezes o bujão 105 durante o ciclo de fusão não
20 for suficiente para manter limpa a abertura da sonda do forno, o bujão 105 pode ser reciprocado periodicamente durante o ciclo de fusão. Um período exemplificativo para reciprocação do bujão 105 é de aproximadamente uma vez a cada cinco minutos. Em operações de forno com maior acúmulo de escória, pode ser
25 desejável reciprocitar o bujão 105 a uma velocidade mais rápida.

É desejável que a abertura da sonda do forno 140 esteja livre de escória quando a sonda do forno 125 for inserida. Logo, pode ser desejável reciprocamente o bujão da abertura da sonda do forno justamente antes da inserção da sonda 125 para
5 remover a escória adicional próxima à abertura da sonda do forno 140.

Em uma concretização alternativa da presente invenção, a escória pode ser limpa da abertura da sonda do forno com a retração do bujão da abertura da sonda do forno e a injeção
10 de ar comprimido através da abertura da sonda do forno 140. O fluxo de ar pode soprar a escória para fora da abertura 140. Como alternativa, outros gases, ou líquidos, podem ser usados no lugar do ar comprimido.

Conforme ilustrado na FIG. 3, o invólucro de
15 montagem da sonda do forno 115 circunda e encerra o receptáculo da sonda do forno 120 e o bujão da abertura da sonda do forno 105. O invólucro de montagem da sonda do forno 115 é, de preferência, resfriado a fluido para protegê-lo contra o calor no forno. Conforme ilustrado na FIG. 3, o canal de resfriamento a
20 fluido 206 é usado para direcionar água, ou outro fluido de resfriamento, através do invólucro de montagem da sonda do forno 115.

O invólucro de montagem da sonda do forno 115 também inclui, de preferência, um pórtico inclinado 234 para
25 direcionar as sucatas e resíduos para o centro do forno. Além disso, o pórtico inclinado 234 pode incluir enrugamentos para

aprisionar escória na superfície do invólucro 115 para ajudar a isolar o invólucro 115 contra o calor do forno.

A FIG. 4 é uma vista lateral em seção transversal do aparelho de sonda de forno, ilustrando o bujão da
5 abertura da sonda tanto na posição retraída como na posição inserida. As linhas cheias na FIG. 4 ilustram o bujão da abertura da sonda do forno 105 na posição retraída, e as linhas tracejadas ilustram o movimento do bujão 105 para a posição fechada e o movimento recíproco do bujão 105. A FIG. 4 ilustra a relação
10 entre as posições do bujão da abertura da sonda do forno 105 nas FIGS. 2 e 3.

Embora as várias concretizações da presente invenção tenham sido descritas em detalhes com referência particular a concretizações exemplificativas, os versados na
15 técnica compreenderão que variações e modificações podem ser efetuadas dentro do âmbito da invenção, conforme definido nas reivindicações anexas. Logo, o âmbito das várias concretizações da presente invenção não deve se limitar às concretizações discutidas acima, devendo ser definido apenas pelas
20 reivindicações seguintes e pelos equivalentes aplicáveis.

REIVINDICAÇÕES

1. – Método de medição das características do metal fundido em um forno de fusão de metal, caracterizado por compreender as etapas de:

5 reciprocando um bujão da sonda do forno através de uma abertura do bujão da sonda do forno;

 retrair o bujão da sonda do forno a partir da abertura do bujão da sonda do forno;

10 inserir uma sonda do forno através da abertura do bujão da sonda do forno;

 retrair o bujão da sonda do forno a partir da abertura do bujão da sonda do forno;

 e inserir o bujão da sonda do forno na abertura do bujão da sonda do forno;

15 2. – Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de reciprocando um bujão da sonda do forno através de uma abertura do bujão da sonda do forno compreende reciprocando o bujão da abertura da sonda do forno pelo menos duas vezes durante um ciclo de fusão.

20 3. – Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de reciprocando um bujão da sonda do forno através de uma abertura do bujão da sonda do forno remove pelo menos uma parte do acúmulo de escória próximo à abertura do bujão da sonda do forno.

25 4. – Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de reciprocando um bujão da

sonda do forno para remover o acúmulo de escória em uma abertura do bujão da sonda do forno compreende reciprocicar a sonda do forno periodicamente durante um ciclo de fusão.

5 5. – Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de reciprocicar um bujão da sonda do forno para remover o acúmulo de escória em uma abertura do bujão da sonda do forno compreende reciprocicar a sonda do forno antes da inserção de uma sonda do forno.

10 6. – Aparelho de sonda de forno para uso em um forno a arco elétrico, caracterizado por compreender:

um bujão da abertura da sonda do forno adaptado para inserção em uma abertura da sonda do forno em um forno de fusão de metal;

15 um reciprocador do bujão da abertura da sonda do forno acoplado ao bujão da abertura da sonda do forno e adaptado para remover o bujão da abertura da sonda do forno a partir da abertura da sonda do forno;

em que a abertura da sonda do forno é adaptada para receber uma sonda do forno quando o bujão da abertura da sonda do forno é removido da abertura da sonda do forno.

20

7. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por adicionalmente compreender uma sonda de forno.

25 8. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o bujão da sonda do forno é resfriado a fluido.

9. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o fluido é um fluido compressível.

10. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o fluido é um fluido não compressível.

11. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o fluido é uma combinação de fluidos compressíveis e não compressíveis.

12. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o aparelho está localizado próximo a uma região de introdução de energia química no forno.

13. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a região de introdução de energia química está próxima a uma lança de injeção de carbono.

14. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a região de introdução de energia química está próxima a um queimador.

15. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a região de introdução de energia química está próxima a uma lança de oxigênio.

16. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o reciprocador do bujão da sonda do forno é adicionalmente adaptado para reciprocicar periodicamente o bujão da abertura da sonda do forno durante um ciclo de fusão do forno a arco elétrico.

17. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o reciprocador do bujão da sonda do forno é adicionalmente adaptado para reciprocicar o bujão da abertura da sonda do forno pelo menos duas vezes durante um ciclo de fusão.

18. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o reciprocador do bujão da sonda do forno é um braço telescópico.

19. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o reciprocador do bujão da sonda do forno é adaptado para mover linearmente o bujão da sonda do forno.

20. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o reciprocador do bujão da sonda do forno é adaptado para mover o bujão da sonda do forno em um movimento arqueado.

21. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o reciprocador do bujão da sonda do forno move manualmente o bujão da sonda do forno.

22. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o reciprocador do bujão da sonda do forno move automaticamente o bujão da sonda do forno.

23. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o reciprocador do bujão da sonda do forno retorna o bujão da sonda do forno para praticamente o

mesmo local a partir do qual o bujão da sonda do forno foi removido.

24. – Aparelho de sonda de forno para uso em um forno tendo uma soleira de material refratário, uma
5 multiplicidade de painéis resfriados a fluido formando uma parede lateral, e um degrau refratário estendendo-se por uma largura entre a parede lateral e a soleira, o referido dispositivo de montagem sendo caracterizado por compreender:

um invólucro de montagem tendo uma abertura
10 da sonda do forno e adaptado para montagem no referido forno;

um bujão da sonda do forno resfriado a fluido, adaptado para inserção na abertura da sonda do forno no invólucro de montagem; e

um reciprocador do bujão da sonda do forno,
15 acoplado ao bujão da sonda do forno resfriado a fluido e adaptado para remover o bujão da sonda do forno resfriado a fluido a partir da abertura da sonda do forno;

em que a abertura da sonda do forno é adaptada para receber uma sonda do forno quando o bujão da sonda do
20 forno resfriado a fluido é removido da abertura da sonda do forno.

25. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado por adicionalmente compreender uma sonda de forno.

26. – Aparelho, de acordo com a reivindicação
25 24, caracterizado pelo fato de que o invólucro de montagem se

estende por uma largura, a partir da parede lateral, aproximadamente igual à largura do degrau refratário.

27. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de que o invólucro de montagem tem
5 um painel traseiro adjacente a uma parede lateral do forno, o painel lateral tendo uma abertura de parede lateral adaptada para oferecer acesso ao aparelho através da parede lateral do forno.

28. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado por adicionalmente compreender:

10 um defletor disposto no invólucro de montagem para desviar a sucata carregada no forno para longe da abertura da sonda do forno.

29. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de que o defletor é um pórtico
15 inclinado em direção ao interior do forno.

30. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado por adicionalmente compreender um retentor de escória para reter a escória próxima ao dispositivo de montagem para isolar o dispositivo de montagem do calor do forno.

20 31. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 30, caracterizado pelo fato de que o retentor de escória compreende ondulações para reter a escória.

32. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de que o referido invólucro de
25 montagem inclui uma superfície frontal voltada para o interior do

forno, em que a superfície frontal é inclinada para baixo em um ângulo de umidade.

33. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 32, caracterizado pelo fato de que o ângulo de umidade está entre
5 cinco e dez graus a partir da vertical.

34. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de que o reciprocador do bujão da sonda do forno é um braço telescópico.

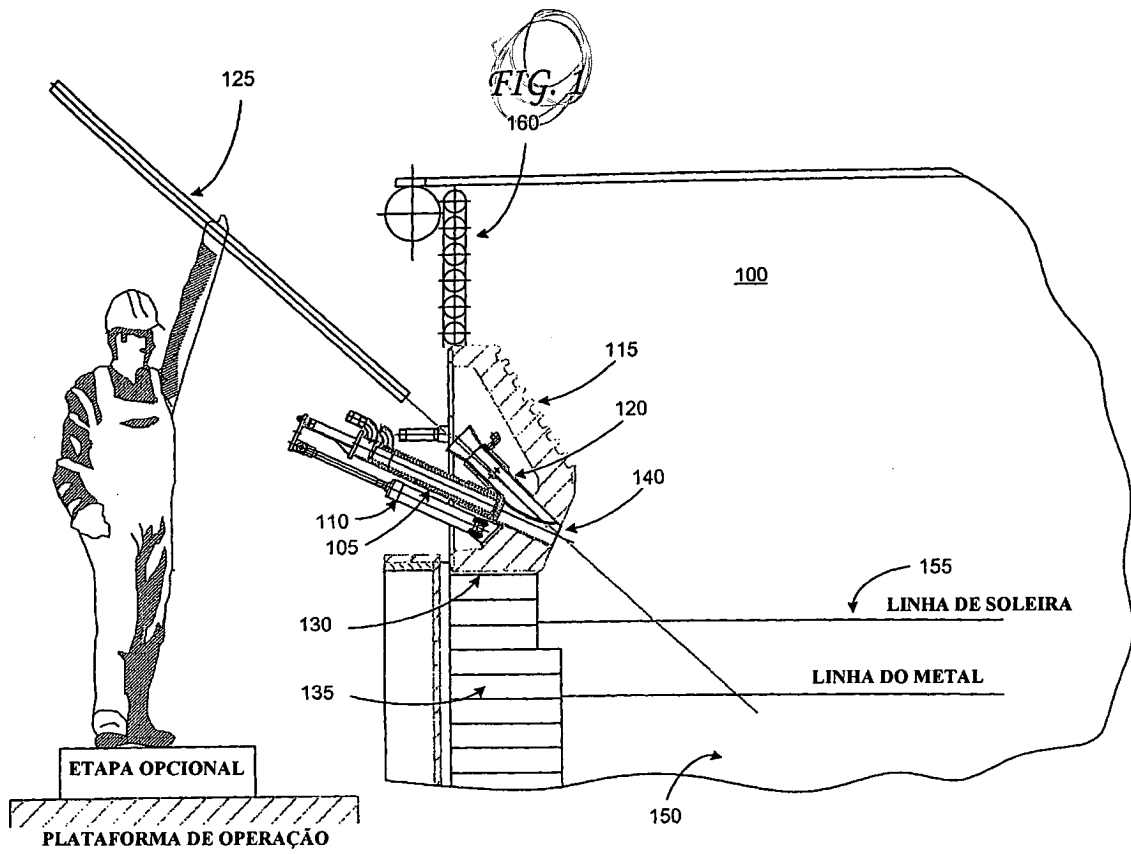
35. – Aparelho de sonda de forno para uso em
10 um forno a arco elétrico, caracterizado por compreender:

uma primeira porta adaptada para receber uma sonda do forno; e

uma segunda porta adaptada para receber um bujão da abertura da sonda do forno; em que a primeira porta e a
15 segunda porta são adaptadas para se comunicarem com uma abertura comum do forno.

36. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 35, caracterizado por adicionalmente compreender um bujão da abertura da sonda do forno adaptado para inserção na segunda
20 porta.

37. – Aparelho, de acordo com a reivindicação 36, caracterizado por adicionalmente compreender um reciprocador do bujão da abertura da sonda do forno acoplado ao bujão da abertura da sonda do forno e adaptado para remover o
25 bujão da abertura da sonda do forno a partir da abertura do forno.



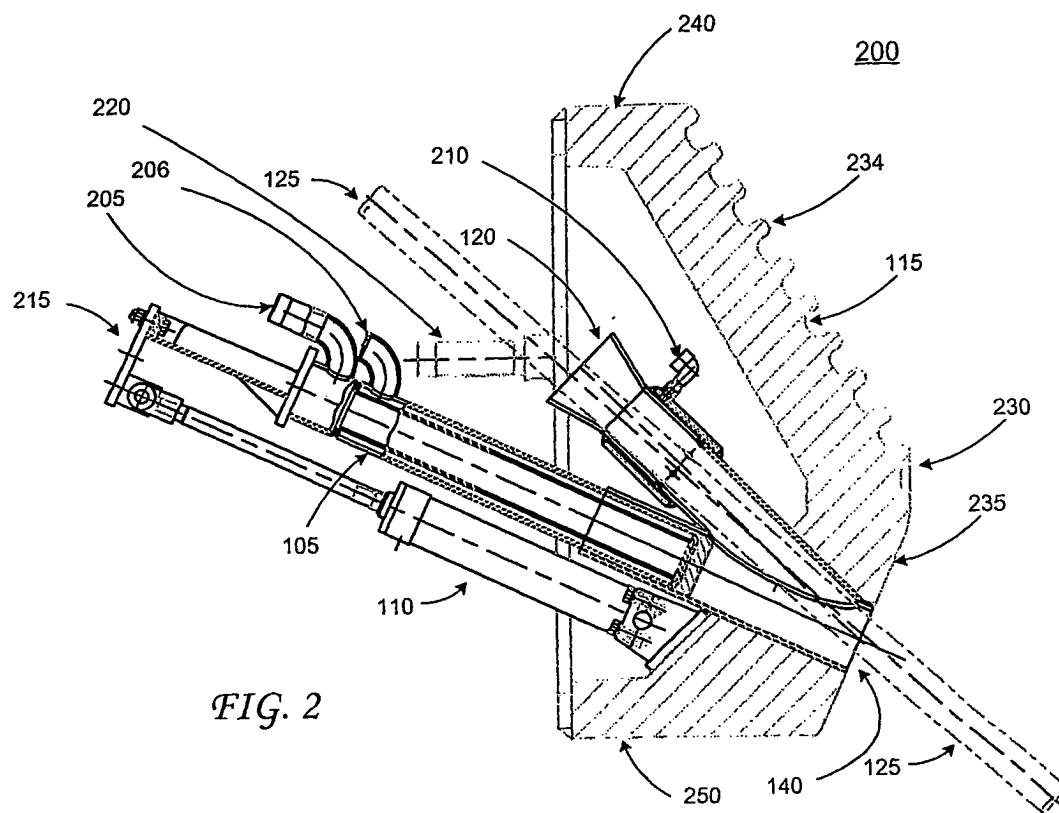


FIG. 3

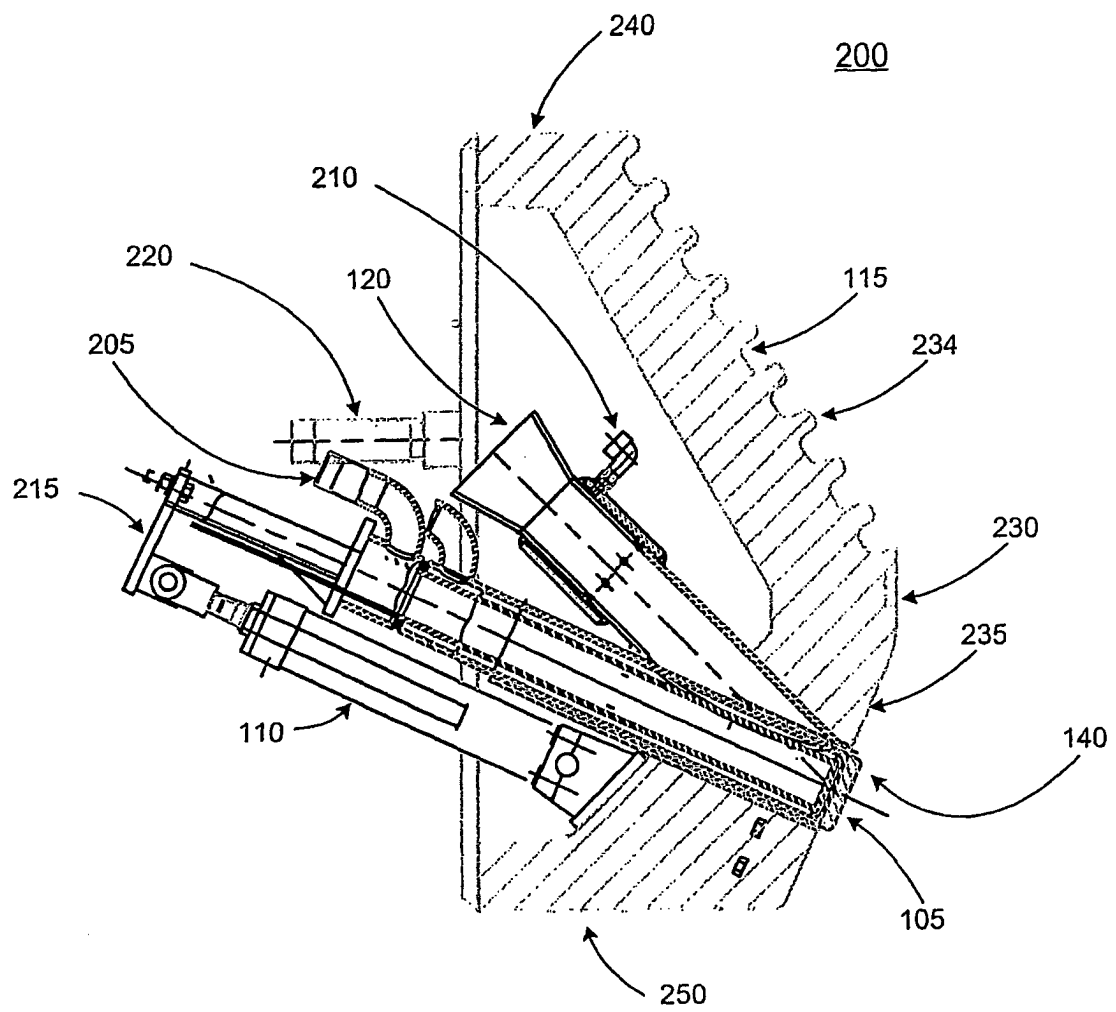
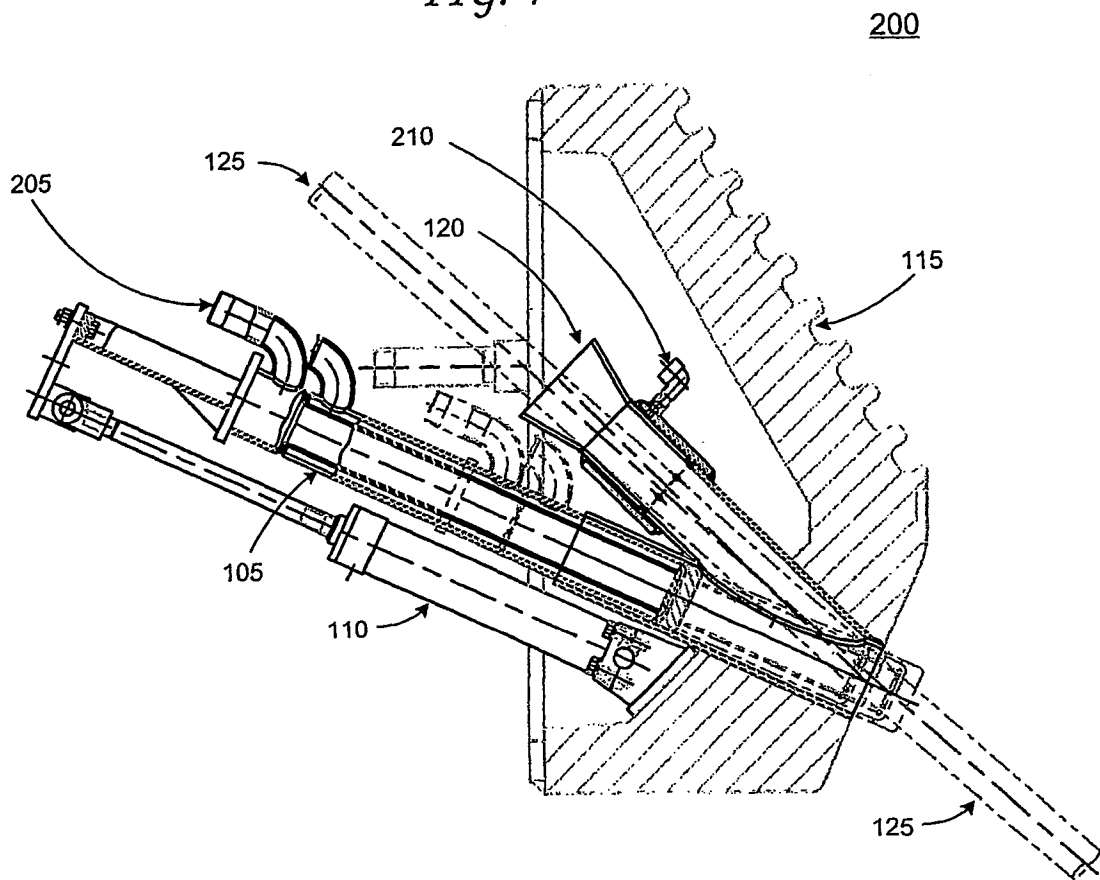


FIG. 4



RESUMO

Patente de Invenção para “**MÉTODO E APARELHO PARA TESTE DAS CARACTERÍSTICAS DE UM METAL FUNDIDO EM FORNO**”.

5 Trata-se de um método e aparelho para teste das características de um metal fundido em forno. De preferência, o método e aparelho possibilitam o teste seguro e eficiente da temperatura e da composição do metal fundido durante o ciclo de fusão do metal. De acordo com um aspecto da invenção, usado
10 em um processo de produção de aço em um forno a arco elétrico, uma sonda do forno é reciprocada através de uma abertura do bujão da sonda do forno, a sonda do forno é retraída da abertura do bujão da sonda do forno, uma sonda do forno é inserida através da abertura do bujão da sonda do forno, a sonda do forno é
15 retraída da abertura e o bujão da abertura da sonda do forno é inserido na abertura do bujão da sonda do forno.