



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

(21) PI 0913080-2 A2



(22) Data do Depósito: 22/05/2009

(43) Data da Publicação Nacional: 03/11/2020

(54) Título: MÉTODO DE SUPRIMENTO DE CARVÃO PULVERIZADO EM UM ALTO-FORNO

(51) Int. Cl.: F27B 1/16; C21B 5/00; C21B 7/16.

(30) Prioridade Unionista: 23/05/2008 LU 91445.

(71) Depositante(es): PAUL WURTH S.A..

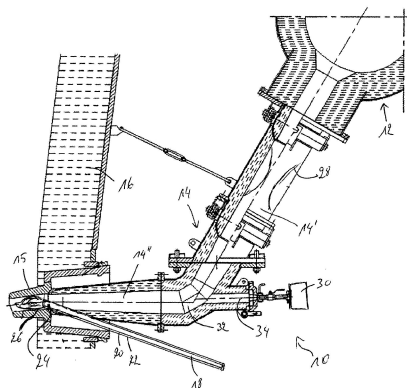
(72) Inventor(es): PAUL GOEDERT; CHRISTIAN LUNKES; POL LEMMER.

(86) Pedido PCT: PCT EP2009056211 de 22/05/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/141419 de 26/11/2009

(85) Data da Fase Nacional: 23/11/2010

(57) Resumo: MÉTODO DE SUPRIMENTO DE CARVÃO PULVERIZADO EM UM ALTO-FORNO. A presente invenção propõe um método de suprimento de carvão pulverizado em um alto-forno, compreendendo as seguintes etapas: fornecimento de um sistema de sopro (14) para soprar ar quente a partir de um tubo de distribuição (12) para dentro do cadinho do alto-forno através de uma ventaneira (15) em uma abertura na parede do forno (16); fornecimento de uma lança de injeção de carvão pulverizado (18) para suprir carvão pulverizado na ventaneira (15), a lança de injeção de carvão pulverizado (18) compreendendo um tubo interno (20) para conduzir carvão pulverizado e um tubo externo (22), disposto coaxialmente em torno do tubo interno (20), para conduzir gás combustível, com o tubo interno (20) formando uma parede de separação para separar o carvão pulverizado do gás combustível, a lança de injeção de carvão pulverizado (18) possuindo uma ponta de lança (24) disposta na ventaneira (15); formação pelo carvão pulverizado e pelo gás combustível de uma mistura de carvão pulverizado e gás combustível na ponta (24) da lança; queima da mistura de carvão pulverizado e gás combustível na ventaneira (15); monitoramento quanto a uma chama na ponta (24) da lança estar ou não queimando; e, com a determinação de que a chama na ponta (24) da lança não está (...).



RELATÓRIO DESCRITIVO

Pedido de patente de invenção para “MÉTODO DE SUPRIMENTO DE CARVÃO PULVARIZADO EM UM ALTO-FORNO”

5 Introdução

A presente invenção se refere a um método de suprimento de carvão pulverizado em um alto-forno, em particular através de uma lança de injeção de carvão pulverizado que possui um tubo interno para conduzir carvão pulverizado e um tubo externo, concêntrico ao tubo interno, para
10 conduzir gás combustível.

Descrição do estado da técnica

Lanças de injeção de carvão pulverizado são geralmente utilizadas para injetar carvão pulverizado como um substituto ao coque em um alto-forno. O carvão pulverizado é conduzido pneumáticamente através
15 da lança e suprido para dentro de uma atmosfera oxidante em uma ventaneira, através da qual um jato de ar quente é soprado para dentro do forno. Para queimar completamente o carvão pulverizado, a reação de combustão deve começar o mais perto da ponta da lança quanto possível. As chamadas lanças de oxicomustão consistem em um tubo interno para
20 conduzir o carvão pulverizado e um tubo externo, concêntrico ao tubo interno, para conduzir gás combustível, geralmente oxigênio puro. A presença de oxigênio puro na ponta da lança melhora as condições de combustão de modo que a reação de combustão comece na ponta da lança.

Foi descoberto, no entanto, que a chama na ponta da lança não
25 é estável e esporadicamente se extingue. Em alguns casos, a chama pode reacender automaticamente sem intervenção. Isso contudo pode não ser garantido. Se a combustão do carvão pulverizado não ocorrer na ponta da lança porque a chama se extinguiu, o carvão pulverizado e o oxigênio são

supridos para dentro do alto-forno, e a queima completa do carvão pulverizado não pode ser assegurada.

Uma série de soluções foi proposta para aprimorar a eficiência da queima na ponta da lança, em geral melhorando-se a mistura de carvão pulverizado e oxigênio. Por exemplo, EP 1060272 descreve que a queima do carvão pulverizado pode ser aprimorada e a chama conservada fornecendo-se um girador de fluxo entre os tubos coaxiais para conferir um movimento em espiral ao oxigênio suprido à ponta da lança. O efeito do girador de fluxo, todavia, depende muito da estrutura da lança. Caso o ângulo da espiral seja muito profundo, o oxigênio será afastado do carvão pulverizado e eficiência da queima diminuirá. Caso o ângulo da espiral seja muito raso, a melhora na eficiência da queima será desprezível.

Foi também sugerido em EP 1060272 o fornecimento à parede da superfície externa do tubo interno de uma pluralidade de cavidades perto da ponta da lança para reduzir a resistência ao fluxo de fluido e para melhorar a mistura do carvão pulverizado com o oxigênio na ponta da lança.

Embora os sistemas acima possam, sob certas condições, ser adequados para aprimorar a eficiência da queima, este efeito não é garantido e permanece o risco de que a chama não seja conservada.

Objetivo da invenção

Conseqüentemente, o objetivo da presente invenção é oferecer um método aprimorado de suprimento de carvão pulverizado em um alto-forno.

Descrição geral da invenção

Para alcançar esse objetivo, a presente invenção propõe um método de suprimento de carvão pulverizado em um alto-forno que compreende as seguintes etapas:

- fornecimento de um sistema de sopro para soprar ar quente a partir de um tubo de distribuição para dentro do cadinho de um alto-forno através de uma ventaneira instalada em uma abertura na parede do forno;

5 - fornecimento de uma lança de injeção de carvão pulverizado para suprir carvão pulverizado na ventaneira, a lança de injeção de carvão pulverizado compreendendo um tubo interno para conduzir carvão pulverizado e um tubo externo, disposto coaxialmente em torno do tubo interno, para conduzir gás combustível, com o tubo interno
10 formando uma parede de separação para separar o carvão pulverizado do gás combustível, e a lança de injeção de carvão pulverizado possuindo uma ponta de lança disposta na ventaneira;

- formação pelo carvão pulverizado e pelo gás combustível de uma mistura de carvão pulverizado e gás combustível na
15 ponta da lança; e

- queima da mistura de carvão pulverizado e gás combustível na ventaneira.

De acordo com um aspecto importante da invenção, o método compreende ainda as seguintes etapas:

20 - monitoramento quanto a uma chama na ponta da lança estar ou não queimando; e

- com a determinação de que a chama na ponta da lança não esteja queimando, a re-ignição da chama pela redução temporária do fluxo de gás combustível através da lança de injeção de carvão pulverizado.

25 A queima da chama é monitorada e, logo que a chama se extingue, o fluxo de gás combustível para a ponta da lança é reduzido. Os inventores descobriram que uma curta redução ou interrupção do suprimento de gás combustível permite a re-ignição da chama na ponta da

lança de modo que a combustão aprimorada do carvão pulverizado na ventaneira possa ser rapidamente restaurada.

Preferivelmente, enquanto o fluxo de gás combustível através da lança de injeção de carvão pulverizado é temporariamente reduzido, o
5 fluxo de carvão pulverizado através da lança de injeção de carvão pulverizado é mantido.

O monitoramento da queima de uma chama na ponta da lança é preferivelmente realizado continuamente. A chama pode portanto ser reacendida logo que possível, para minimizar a quantidade de carvão
10 pulverizado não queimado sendo injetado no alto-forno.

O monitoramento da queima da chama na ponta da lança é vantajosamente realizado por meios de detecção de bloqueio da ventaneira. O uso de tais meios de detecção de bloqueio da ventaneira permite a realização do monitoramento da chama por dispositivos que já estejam
15 instalados nos altos-fornos. Como nenhum detector adicional é necessário, nenhum custo de instalação e manutenção precisa ser planejado.

De acordo com uma primeira modalidade da invenção, o método compreende:

- o fornecimento de meios de detecção de bloqueio de
20 ventaneira com sensores de pressão para medir uma queda de pressão no jato de ar quente através de uma seção do sistema de sopro a montante da ponta da lança; e

- o monitoramento da queda de pressão através da seção do sistema de sopro e, com base nessa queda de pressão, a determinação se
25 a chama na ponta da lança está ou não está queimando.

O uso de meios de medição de uma queda de pressão no sistema de sopro é atualmente feito para detectar um bloqueio da ventaneira. Com efeito, é possível que a saída da ventaneira para dentro do

alto-forno se torne bloqueada. Caso isso ocorra e mais carvão pulverizado seja injetado para dentro da ventaneira, o sistema de sopro se enche de carvão pulverizado. Assim que um bloqueio da ventaneira é detectado, representado por uma redução súbita na queda de pressão, a injeção de carvão pulverizado e gás combustível é conseqüentemente interrompida para impedir que o sistema de sopro e o tubo de distribuição se encham de carvão pulverizado.

Os inventores observaram que a queda de pressão é também influenciada pela reação de combustão na ponta da lança. Quando uma chama está queimando na ponta da lança, calor é gerado na ventaneira, de modo que a expansão do jato quente, devida ao aumento da temperatura, leva a uma queda de pressão maior na ventaneira. Isso reduz ligeiramente a taxa de fluxo de jato quente e por conseqüência a queda de pressão no tubo descendente do sistema de sopro.

Um aumento súbito na queda de pressão pode então ser interpretado como um indício de que a chama na ponta da lança não está mais queimando.

Os meios de medição de uma queda de pressão, normalmente utilizados para detectar um bloqueio da ventaneira, podem ser utilizados para monitorar a queima de uma chama na ponta da lança.

A queda de pressão pode ser medida entre o tubo de distribuição e uma seção do sistema de sopro a montante da ponta da lança. Os meios de medição de queda de pressão podem, por exemplo, compreender um detector de pressão disposto na seção do sistema de sopro a montante da ponta da lança. Além disso, um tubo de Venturi pode ser disposto na seção do sistema de sopro a montante da ponta da lança e estar associado ao detector de pressão.

Um sinal baseado na queda de pressão medida pode ser utilizado em um algoritmo de processamento de sinais para determinar se a chama na ponta da lança está ou não queimando.

Pode-se, por exemplo, concluir que a chama na ponta da lança não está queimando se a queda de pressão aumenta de uma quantidade predeterminada. Pode-se também concluir que a chama na ponta da lança não está queimando se a queda de pressão aumenta de uma quantidade predeterminada por um período de tempo predeterminado. Como a queda de pressão é influenciada por muitos parâmetros, o sinal da queda de pressão tem muitas variações, mesmo em condições normais de operação. É portanto preferível concluir-se que a chama não está queimando somente quando a queda de pressão tiver aumentado de uma certa quantidade ou aumentado por um certo período, ou em ambos os casos.

De acordo com uma segunda modalidade da invenção, o método compreende:

- o fornecimento do sistema de sopro com um tubo de sopro substancialmente horizontal para soprar ar quente para dentro do cadinho do alto-forno;
- o fornecimento de meios de detecção de bloqueio de ventaneira com um detector de intensidade luminosa disposto em alinhamento axial com o tubo de sopro; e
- o monitoramento da intensidade luminosa na ventaneira e, com base nessa intensidade luminosa, a determinação se a chama na ponta da lança está ou não está queimando.

O uso de meios de medição da intensidade luminosa na ventaneira é atualmente utilizado para detectar um bloqueio da ventaneira. Caso uma redução significativa da intensidade luminosa proveniente da ventaneira seja detectada, a ventaneira provavelmente estará bloqueada e a

injeção de carvão pulverizado e gás combustível é portanto interrompida para impedir que o sistema de sopro e o tubo de distribuição se encham de carvão pulverizado.

5 Uma redução da intensidade luminosa pode também ser interpretada como um indício de que a chama na ponta da lança não está mais queimando. Com efeito, a presença de uma chama na ventaneira gera luz na ventaneira. A ausência de uma chama portanto leva a uma intensidade luminosa reduzida na ventaneira.

10 Os meios de medição de intensidade luminosa, normalmente utilizados para detectar um bloqueio de ventaneira, podem ser utilizados para monitorar a queima de uma chama na ponta da lança.

Pode-se concluir que a chama na ponta da lança não está queimando se a intensidade luminosa na ventaneira for reduzida em uma quantidade predeterminada.

15 Pode-se concluir que a chama na ponta da lança não está queimando se a intensidade luminosa na ventaneira for reduzida em uma quantidade predeterminada por um período de tempo predeterminado.

De acordo com uma terceira modalidade da invenção, o método compreende:

20 - o fornecimento do sistema de sopro com um tubo de sopro substancialmente horizontal para soprar ar quente para dentro do cadinho do alto-forno;

- o fornecimento de meios de detecção de bloqueio de ventaneira com uma câmara disposta em alinhamento axial com o tubo de sopro; e
25

- o monitoramento de uma imagem na ventaneira e, com base nessa imagem, a determinação se a chama na ponta da lança de injeção de carvão pulverizado está ou não está queimando.

O uso de meios de monitoramento de uma imagem proveniente da ventaneira é atualmente utilizado para detectar um bloqueio da ventaneira. Caso a ventaneira esteja bloqueada, as características da imagem da ventaneira se alteram e, dependendo das características alteradas, a injeção de carvão pulverizado e gás combustível será portanto interrompida para impedir que o sistema de sopro e o tubo de distribuição se encham de carvão pulverizado.

Uma mudança nas características da imagem proveniente da ventaneira pode também ser interpretada como um indício de que a chama na ponta da lança não está mais queimando.

Os meios de monitoramento de uma imagem proveniente da ventaneira, normalmente utilizados para detectar um bloqueio da ventaneira, podem ser utilizados para monitorar a queima de uma chama na ponta da lança. Pode-se concluir que a chama na ponta da lança não está queimando se a imagem proveniente da ventaneira muda de acordo com um padrão predeterminado. Pode-se concluir que a chama na ponta da lança não está queimando se a imagem proveniente da ventaneira possui similaridade suficiente com uma imagem ideal predeterminada.

A imagem proveniente da ventaneira é preferivelmente analisada por meio de um algoritmo de processamento de imagens.

De acordo com uma quarta modalidade da invenção, o método compreende:

- o fornecimento do sistema de sopro com um tubo de sopro substancialmente horizontal para soprar ar quente para dentro do cadinho do alto-forno;

- o fornecimento de meios de medição de temperatura dispostos em alinhamento axial com o tubo de sopro; e

- o monitoramento de uma temperatura dentro ou perto da ventaneira e, com base na temperatura, a determinação se a chama na ponta da lança de injeção de carvão pulverizado está ou não está queimando.

Um pirômetro, por exemplo, pode estar associado a cada ventaneira e medir a temperatura da chama no forno à frente da ventaneira. O sinal de temperatura permite o monitoramento da queima de uma chama na ponta da lança. Pode-se concluir que a chama na ponta da lança não está queimando quando a temperatura diminui de uma quantidade predeterminada ou quando a temperatura permanece abaixo de um limite predeterminado por um período de tempo predeterminado.

O gás combustível utilizado em associação com tais lanças de injeção de carvão pulverizado é preferivelmente o oxigênio.

15 **Breve descrição dos desenhos**

A presente invenção se tornará mais aparente a partir da descrição a seguir de uma modalidade não exclusiva com referência ao desenho anexo, no qual a Fig. 1 mostra um corte através de uma instalação utilizada para a realização do método de acordo com a presente invenção.

20 **Descrição detalhada com referência à figura**

A Fig. 1 mostra um sistema de pré-aquecimento 10 que possui um tubo de distribuição 12 que circunda um alto-forno e uma pluralidade de sistemas de sopro 14 para suprir ar quente através de uma abertura na parede 16 do alto-forno dentro do cadinho do alto-forno. Os sistemas de sopro 14 são tubos de aço com revestimento refratário para o suprimento de ar quente a partir do tubo de distribuição 12 para o alto-forno. Cada um deles geralmente compreende uma primeira porção inclinada 14', também chamada tubo descendente, e uma segunda porção substancialmente

horizontal 14'', também chamada tubo de sopro. A segunda porção 14'' tem um bico esférico convexo, projetado e disposto para se encaixar hermeticamente à extremidade convexa de uma ventaneira 15 instalada na abertura na parede 16 do forno. A primeira porção 14' é disposta em um ângulo em relação à porção horizontal 14'' e está conectada ao tubo de distribuição 12 para levar o ar quente do tubo de distribuição 12 para a segunda porção 14''.

Uma lança de injeção de carvão pulverizado 18 é fornecida para injetar carvão pulverizado no alto-forno. A lança 18 é do tipo oxicomustão e compreende um tubo interno 20 para conduzir carvão pulverizado e um tubo externo 22, disposto coaxialmente em torno do tubo interno 20, para conduzir gás combustível. O tubo interno 20 forma uma parede de separação para separar o carvão pulverizado do gás combustível em toda a extensão da lança 18, até que o carvão pulverizado e o gás combustível possam se misturar em uma ponta de lança 24 da lança de injeção de carvão pulverizado 18.

A lança de injeção de carvão pulverizado 18 é disposta de tal maneira que sua ponta 24 esteja situada em uma região de saída 26 da ventaneira 15, perto da abertura na parede 16 do forno.

Durante a operação, ar quente é soprado a partir do tubo de distribuição 12, através do sistema de sopro 14 para dentro do cadinho do alto-forno. Além disso, carvão pulverizado e gás combustível, normalmente oxigênio, são supridos através da lança de injeção de carvão pulverizado 18 à segunda porção 14'' do sistema de sopro 14. Na ponta 24 da lança, o carvão pulverizado entra em contato com o oxigênio e forma uma mistura. As condições de combustão são tais que esta mistura entra em ignição e uma chama queima na ponta 24 da lança dentro da ventaneira 15. O carvão pulverizado é preferivelmente queimado completamente dentro da ventaneira 15.

Como a chama na ponta 24 da lança não estável e de fato se extingue esporadicamente, é necessário fazer com que a chama se reacenda. A re-ignição da chama é obtida pela redução temporária da quantidade de oxigênio suprido através da lança 18. Isso altera as condições de combustão e a chama se reacende quando o suprimento de oxigênio é restaurado. A redução temporária fluxo de gás combustível pode ocasionar aquecimento e/ou turbulências na ponta 24 da lança, o que promove a re-ignição da chama.

A determinação se a chama na ponta 24 da lança está queimando ou não, de acordo com a presente invenção, se baseia em sistemas atualmente utilizados para determinar um bloqueio da ventaneira 15. Tais sistemas já se encontram instalados nas instalações de altos-fornos e por isso não acarretam custos adicionais.

Tais sistemas de detecção de bloqueio podem, por exemplo, incluir meios de medição de uma queda de pressão no jato de ar quente através da primeira porção 14' do sistema de sopro 14. Para este fim, a primeira porção 14' pode compreender uma redução de seção transversal do tipo Venturi 28.

Tais sistemas de detecção de bloqueio podem alternativa ou adicionalmente incluir meios de detecção 30 dispostos em alinhamento axial com a segunda porção 14'' do sistema de sopro 14. Na dobra 32 que une a primeira e segunda porções 14', 14'' do sistema de sopro 14, este pode compreender um tubo de extensão axial 34 em cuja extremidade os meios de detecção 30 podem ser dispostos.

Os meios de detecção 30 podem ser um detector de intensidade luminosa para medir a intensidade luminosa na ventaneira 15. Uma redução na intensidade luminosa pode ser interpretada como um indício de que a chama na ponta 24 da lança não está mais queimando.

Os meios de detecção 30 podem ser uma câmera para o monitoramento de uma imagem proveniente da ventaneira 15. A imagem capturada pode ser analisada por um processador de imagens. Mudanças em algumas características da imagem proveniente da ventaneira 15 também podem ser interpretadas como um indício de que a chama na ponta 24 da lança não está mais queimando.

Números de referência

10 – Sistema de pré-aquecimento	20 – tubo interno
12 – tubo de distribuição	22 – tubo externo
14 – sistema de sopro	24 – ponta de lança
16 – parede de alto-forno	26 – região de saída
14' – primeira porção inclinada	28 – redução de seção transversal
14'' – segunda porção horizontal	30 – meios de detecção
15 – ventaneira	32 – dobra
18 – lança de injeção de carvão pulverizado	34 – tubo de extensão axial

REIVINDICAÇÕES

1. Método de suprimento de carvão pulverizado em um alto-forno, compreendendo:

5 - o fornecimento de um sistema de sopro para soprar ar quente a partir de um tubo de distribuição para dentro do cadinho do alto-forno através de uma ventaneira instalada em uma abertura na parede do forno;

10 - o fornecimento de uma lança de injeção de carvão pulverizado para suprir carvão pulverizado na ventaneira, a lança de injeção de carvão pulverizado compreendendo um tubo interno para conduzir carvão pulverizado e um tubo externo, disposto coaxialmente em torno do tubo interno, para conduzir gás combustível, com o tubo interno formando uma parede de separação para separar o carvão pulverizado do gás combustível, e a lança de injeção de carvão pulverizado possuindo uma
15 ponta de lança disposta na ventaneira;

- a formação pelo carvão pulverizado e pelo gás combustível de uma mistura de carvão pulverizado e gás combustível na ponta da lança; e

20 - a queima da mistura de carvão pulverizado e gás combustível na ventaneira;

caracterizado por:

- compreender o monitoramento quanto a uma chama na ponta da lança estar ou não queimando; e

25 - pelo fato de, com a determinação de que a chama na ponta da lança não está queimando, compreender a re-ignição da chama pela redução temporária do fluxo de gás combustível através da lança de injeção de carvão pulverizado.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de, quando o fluxo de gás combustível através da lança de injeção de carvão pulverizado for temporariamente reduzido, o fluxo de carvão pulverizado através da lança de injeção de carvão pulverizado ser mantido.

5 3. Método de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado pelo** monitoramento da queima de uma chama na ponta da lança ser realizado continuamente.

4. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado pelo** monitoramento da queima de uma chama na ponta da lança ser realizado por meios de detecção de bloqueio de ventaneira.

5. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado por** compreender:

- o fornecimento de meios de detecção de bloqueio de ventaneira com sensores de pressão para medir uma queda de pressão no jato de ar quente através de uma seção do sistema de sopro a montante da ponta da lança; e

- o monitoramento da queda de pressão através da seção do sistema de sopro e, com base nessa queda de pressão, a determinação se a chama na ponta da lança está ou não está queimando.

20 6. Método de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pela** queda de pressão ser medida entre o tubo de distribuição e uma seção do sistema de sopro a montante da ponta da lança.

7. Método de acordo com a reivindicação 5 ou 6, **caracterizado pelo** fato de se concluir que a chama na ponta da lança não está queimando caso a queda de pressão seja aumentada por uma quantidade predeterminada.

8. Método de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo** fato de se concluir que a chama na ponta da lança não está queimando caso a queda de pressão seja aumentada por uma quantidade predeterminada e por um tempo predeterminado.

5 9. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizado por** compreender:

- o fornecimento do sistema de sopro com um tubo de sopro substancialmente horizontal para soprar ar quente para dentro do cadinho do alto-forno;

10 - o fornecimento de meios de detecção de bloqueio de ventaneira com um detector de intensidade luminosa disposto em alinhamento axial com o tubo de sopro; e

- o monitoramento da intensidade luminosa na ventaneira e, com base nessa intensidade luminosa, a determinação se a chama na
15 ponta da lança está ou não está queimando.

10. Método de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo** fato de se concluir que a chama na ponta da lança não está queimando caso a intensidade luminosa na ventaneira seja reduzida por uma quantidade predeterminada.

20 11. Método de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo** fato de se concluir que a chama na ponta da lança não está queimando caso a intensidade luminosa na ventaneira seja reduzida por uma quantidade predeterminada e por um tempo predeterminado.

25 12. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 11, **caracterizado por** compreender:

- o fornecimento do sistema de sopro com um tubo de sopro substancialmente horizontal para soprar ar quente para dentro do cadinho do alto-forno;

5 - o fornecimento de meios de detecção de bloqueio de ventaneira com uma câmera disposta em alinhamento axial com o tubo de sopro; e

- o monitoramento de imagem na ventaneira e, com base nessa imagem, a determinação se a chama na ponta da lança de injeção de carvão pulverizado está ou não está queimando.

10 **13.** Método de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado pelo** fato de se concluir que a chama na ponta da lança não está queimando caso a imagem proveniente da ventaneira mude de acordo com um esquema predeterminado.

15 **14.** Método de acordo com a reivindicação 12 ou 13, **caracterizado pelo** fato de se concluir que a chama na ponta da lança não está queimando caso a imagem proveniente da ventaneira possua semelhança suficiente com uma imagem ideal predeterminada.

20 **15.** Método de acordo com uma das reivindicações 12 a 14, **caracterizado pela** imagem proveniente da ventaneira ser analisada por meio de um algoritmo de processamento de imagens.

16. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado por** compreender:

25 - o fornecimento do sistema de sopro com um tubo de sopro substancialmente horizontal para soprar ar quente para dentro do cadinho do alto-forno;

- o fornecimento de meios de medição de temperatura dispostos em alinhamento axial com o tubo de sopro; e

- o monitoramento de uma temperatura dentro ou perto da ventaneira e, com base na temperatura, a determinação se a chama na ponta da lança de injeção de carvão pulverizado está ou não está queimando.

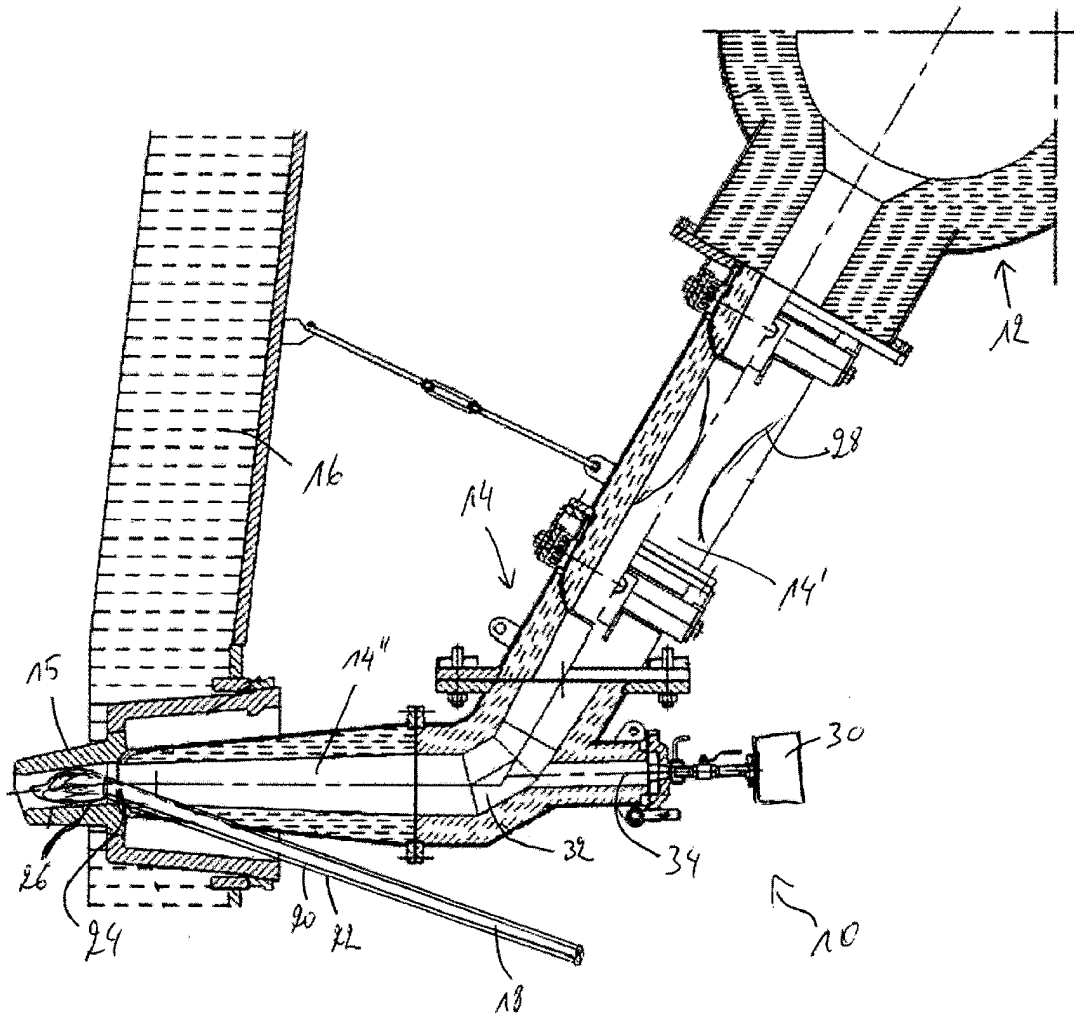


Fig. 1

RESUMO

Pedido de patente de invenção para “MÉTODO DE SUPRIMENTO DE CARVÃO PULVERIZADO EM UM ALTO-FORNO”

5 A presente invenção propõe um método de suprimento de carvão pulverizado em um alto-forno, compreendendo as seguintes etapas: fornecimento de um sistema de sopro (14) para soprar ar quente a partir de um tubo de distribuição (12) para dentro do cadinho do alto-forno através de uma ventaneira (15) em uma abertura na parede do forno (16);
10 fornecimento de uma lança de injeção de carvão pulverizado (18) para suprir carvão pulverizado na ventaneira (15), a lança de injeção de carvão pulverizado (18) compreendendo um tubo interno (20) para conduzir carvão pulverizado e um tubo externo (22), disposto coaxialmente em torno do tubo interno (20), para conduzir gás combustível, com o tubo interno
15 (20) formando uma parede de separação para separar o carvão pulverizado do gás combustível, a lança de injeção de carvão pulverizado (18) possuindo uma ponta de lança (24) disposta na ventaneira (15); formação pelo carvão pulverizado e pelo gás combustível de uma mistura de carvão pulverizado e gás combustível na ponta (24) da lança; queima da mistura
20 de carvão pulverizado e gás combustível na ventaneira (15); monitoramento quanto a uma chama na ponta (24) da lança estar ou não queimando; e, com a determinação de que a chama na ponta (24) da lança não está queimando, a re-ignição da chama pela redução temporária do fluxo de gás combustível através da lança de injeção de carvão pulverizado
25 (18).