



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

(21) **PI1000848-9 A2**

(22) Data de Depósito: 12/03/2010
(43) Data da Publicação: 22/03/2011
(RPI 2098)



* B R P I 1 0 0 0 8 4 8 A 2 *

(51) *Int.Cl.:*
F23L 7/00
F23C 9/08

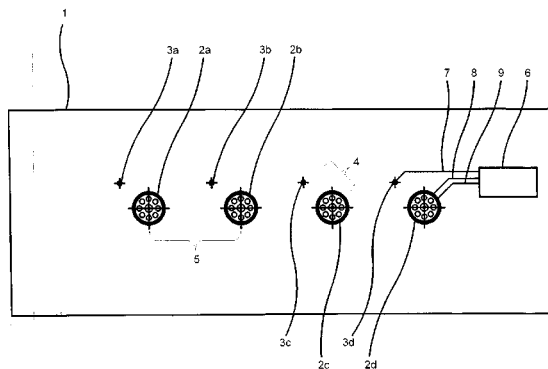
(54) Título: **MÉTODO PARA HOMOGENEIZAR A DISTRIBUIÇÃO DE CALOR**

(30) Prioridade Unionista: 20/03/2009 SE 0950178-4

(73) Titular(es): AGA AB

(72) Inventor(es): ANDERS LUGNET, MATS GARTZ, OLA RITZÉN, TOMAS EKMAN

(57) **Resumo:** MÉTODO PARA HOMOGENEIZAR A DISTRIBUIÇÃO DE CALOR. Método para homogeneizar a distribuição de calor assim como diminuir a quantidade de NO_x nos produtos de combustão quando um forno industrial (1) com pelo menos um queimador convencional (2a, 2b, 2c, 2d) usando ar como oxidante. Um oxidante adicional compreendendo pelo menos 50% de gás oxigênio é obrigado a passar no forno (1) através de uma lança (3a, 3b, 3c, 3d). A quantidade total de oxigênio subministrado é balanceada contra a quantidade de combustível sendo subministrado através do queimador a ar (2a, 2b, 2c, 2d). A invenção é caracterizada primeiramente pelo fato de na combinação disso, pelo menos 40% do oxigênio subministrado ser fornecido através do oxidante adicional, sendo que a lança (3a, 3b, 3c, 3d) é arranjada a uma distância do forno a ar (2a, 2b, 2c, 2d) de pelo menos 0,3 metros, e sendo que o oxidante adicional passa no forno (1) através da lança (3a, 3b, 3c, 3d) com pelo menos a velocidade do som e, em segundo lugar, sendo que o oxidante adicional é subministrado somente quando o queimador a ar (2a, 2b, 2c, 2d) é operado a uma certa potência mais baixa ou a uma potência mais alta.





PI1000848-9

"MÉTODO PARA HOMOGENEIZAR A DISTRIBUIÇÃO DE CALOR".

Antecedentes da invenção

Os fornos industriais atuais são amplamente usados para fundir e, de alguma forma, tratar termicamente, por exemplo, metais. Muito desses fornos usam um ou vários queimadores do tipo convencional, alimentados por um combustível tal como propano, óleo, gás natural, ou similar, e alimentados também com um oxidante. Em muitos casos, o ar é usado como oxidante.

Tais fornos podem ser de vários tamanhos. Frequentemente deseja-se manter uma distribuição de temperatura uniforme dentro do forno, o qual pode ser difícil de conseguir no caso de fornos grandes, uma vez que a transferência de calor convectiva dentro do forno se torna menos efetiva quando o volume do forno aumenta.

Como uma solução para esses problemas, foram sugeridos os chamados queimadores de oxiacetileno para uso em fornos industriais. Em queimadores de oxiacetileno, é usado gás oxigênio como oxidante. Tais queimadores oferecem uma eficiência mais alta, já que é necessário menos combustível para conseguir o mesmo objetivo em termos de aquecimento do material a ser aquecido no forno. Ademais, a quantidade de compostos NO_x produzida é diminuída.

Entretanto, existe um problema associado com o custo substancial para intercambiar um queimador alimentado a ar por um queimador a oxiacetileno em um forno industrial. Além disso, é difícil manter a homogeneidade de alta temperatura em todo o volume do forno quando usado em fornos industriais grandes, uma vez que a convecção decresce como uma consequência das quantidades menores de gases combustíveis produzidas nas potências de operação mais baixas para queimadores a oxiacetileno. O resultado é uma temperatura de forno não uniforme, com propriedades de produção irregulares associadas.

Outra solução sugerida, por outro lado, é aumentar a proporção de gás oxigênio no ar fornecido. Entretanto,

isto provou ser afetado por outros problemas, tais como desgaste e aumento de emissões de óxidos de nitrogênio.

A patente sueca número 0601274-4 descreve um método para homogeneizar a distribuição de calor e para diminuir a
5 quantidade de NO_x nos produtos de combustão quando usado um forno industrial utilizando ar como o oxidante em combinação com um oxidante adicional sendo subministrado por meio de lançamento ("lancing").

Neste documento, a expressão "lançamento" de oxidante
10 adicional através de uma "lança" refere-se ao subministro de oxidante adicional ao espaço de combustão em um forno industrial através de um conduto de abastecimento arranjado a uma distância do forno.

Contudo, produtos residuais na forma de compostos de NO_x
15 formados durante a combustão em tais fornos industriais constituem ainda um problema. Isto não é desejado, uma que compostos NO_x afetam o ambiente negativamente, e porque freqüentemente existem limitações regulatórias presentes para o volume de compostos NO_x que pode ser
20 produzido em vários processos industriais.

Além disso, na pratica a instalação de várias lanças por
queimador será requerida freqüentemente, para evitar formas de chama assimétricas e, portanto, gradientes de temperatura no espaço do forno. Isto é custoso, em
25 particular porque dispositivos de controle e outros equipamentos periféricos tem que ser instalados.

A WO 2007/126980 A2 descreve um queimador no qual são
arranjadas lanças para combustível adicional assim como oxidante adicional. Esta solução dá lugar quantidades de
30 NO_x relativamente grandes.

Sumário da invenção

A presente invenção resolve os problemas acima.

Portanto, a presente invenção refere-se a um método para homogeneizar a distribuição de calor assim como diminuir
35 a quantidade de NO_x nos produtos de combustão quando um forno industrial é operado com pelo menos um queimador convencional usando ar como oxidante, onde uma lança é

introduzida no forno, um oxidante adicional compreendendo pelo menos 50% de gás oxigênio obrigado a passar no forno através da lança, e a quantidade total de oxigênio subministrado, parcialmente através do ar, parcialmente
5 através do oxidante adicional, é subministrado em uma proporção pré-determinada em relação à quantidade de combustível sendo fornecido através do queimador a ar, e é caracterizado primeiramente pelo fato de, na combinação disso, pelo menos 40% do oxigênio subministrado ser
10 fornecido através do oxidante adicional, que a lança é para ser arranjada a uma distância do forno a ar a qual é suficiente para que a quantidade de NO_x formado nos gases de combustão do queimador a ar seja pelo menos 30% menor quando comparada à quantidade de NO_x que teria sido
15 formada caso a lança fosse arranjada no próprio queimador a ar, e que o oxidante adicional é provocado a passar no forno através da lança com pelo menos a velocidade do som, e em segundo lugar que o oxidante adicional é subministrado somente quando o queimador a ar é operado a
20 uma certa potência mais baixa ou a uma potência mais alta.

Descrição das figuras

A invenção será descrita agora em detalhe, com referência às concretizações exemplificativas do método de
25 lançamento de acordo com a invenção, e com referência às figuras que acompanham, onde:

A figura 1 é uma vista lateral de um forno industrial com queimadores usando ar como oxidante, onde cada um dos queimadores no forno foi provido com uma lança para
30 oxidante adicional em concordância com o método da presente invenção; e

A figura 2 é um diagrama mostrando fluxos de ar, oxidante adicional e combustível para um queimador operado em concordância com a presente invenção.

35 Descrição detalhada

Na figura 1, um forno industrial 1 é mostrado do lado. O forno 1 é aquecido usando uma serie de quatro queimadores

a ar convencionais 2a, 2b, 2c, 2d. Os queimadores 2a, 2b, 2c, 2d são acionados com óleo como combustível. Entretanto, o combustível pode ser qualquer combustível apropriado, tal como por exemplo, gás natural e outros hidrocarbonetos sólidos, líquidos ou gasosos. Na realidade, a invenção pode ser usada em conexão com qualquer combustível industrial sólido, líquido ou gasoso.

O forno 1 é um forno industrial convencional, e pode ser usado para aquecer peças em bruto para processamento posterior, viando alterar as propriedades das peças em bruto, fundir material metálico, fundir vidro ou para outros propósitos. Neste caso, uma, várias ou todas as zonas podem ser vantajosamente operadas por meio do uso de um método de acordo com a presente invenção.

Durante o uso do forno 1 com os queimadores a ar 2a, 2b, 2c, 2d, sem o método de lancetar de acordo com a presente invenção, grandes quantidades de compostos NO_x serão formados como produtos residuais durante a combustão do combustível. Além disso, uma temperatura suficientemente homogênea será difícil de ser mantida no forno 1 para todas as aplicações desejadas.

De acordo com a presente invenção, para cada queimador 2a, 2b, 2c, 2d, uma respectiva lança 3a, 3b, 3c, 3d é montada junto ao queimador em questão, através da parede do forno 1 e para dentro do forno 1.

É necessário somente prover um único queimador a ar com uma lança para conseguir as vantagens da presente invenção, mesmo que seja preferível prover vários queimadores a ar cada um com uma respectiva lança. Também é possível, por exemplo, prover somente alguns dos queimadores em uma certa zona, cada um com uma respectiva lança.

Cada respectiva lança 3a, 3b, 3c, 3d é inserida através de um respectivo orifício (não mostrado), passando através da parede do forno 1, e a superfície de seu extremo de frente para o forno 1 é levada a uma posição

essencialmente nivelada com a superfície de parede interna do forno 1. Através da lança 3a, 3b, 3c, 3d, e para dentro do forno 1, um oxidante adicional, além do ar sendo subministrado através dos queimadores 2a, 2b, 2c, 5 2d, é fornecido. O oxidante adicional compreende pelo menos 60 por cento por peso de oxigênio e, mais particularmente, pelo menos 85 por cento por peso de oxigênio. O oxidante é subministrado à lança 3a, 3b, 3c, 3d sob pressão em excesso ("overpressure"), resultando em 10 sua saída da lança 3a, 3b, 3c, 3d na velocidade do som ou mais rápido.

Dessa forma, de acordo com a invenção, o oxidante adicional é subministrado a alta velocidade. Então, prefere-se que esguichos de laval sejam usados nas lanças 15 3a, 3b, 3c, 3d, de modo que o oxidante adicional é subministrado através de pelo menos um esguicho de laval. De acordo com uma concretização muito preferida, o oxidante adicional é subministrado a uma alta pressão de pelo menos aproximadamente 6 Bars, mais preferivelmente a 20 pelo menos aproximadamente 9 Bars, e a uma velocidade de entre Mach 1,5 e Mach 1,8, mais preferivelmente entre Mach 1,6 e Mach 1,8, muito preferivelmente entre Mach 1,7 e Mach 1,8.

Como uma corrente de oxidante adicional é subministrada 25 para dentro do forno 1 através das lanças 3a, 3b, 3c, 3d, em adição ao oxidante já fornecido para dentro do forno 1 através dos queimadores 2a, 2b, 2c, 2d, é requerido que o suprimento de ar dos queimadores 2a, 2b, 2c, 2d seja ajustado para baixo, visando que uma certa proporção de 30 massa desejada entre o combustível subministrado e o oxidante subministrado total seja mantida. Assim, o suprimento de oxidante dos queimadores 2a, 2b, 2c, 2d é ajustado para baixo de modo que a proporção de massa desejada é mantida, dependendo da quantidade de oxidante 35 subministrado através das lanças 3a, 3b, 3c, 3d. Para conseguir as vantagens da presente invenção, no que se refere aos queimadores 2a, 2b, 2c, 2d tendo cada um uma

respectiva lança 3a, 3b, 3c, 3d, pelo menos 40% do oxigênio total subministrado pode ser subministrado através das lanças 3a, 3b, 3c, 3d. Preferivelmente, pelo menos 50%, muito preferivelmente entre 50% e 80%, do oxigênio é subministrado para o forno 1 através das lanças 3a, 3b, 3c, 3d, e o resto do oxigênio através dos queimadores 2a, 2b, 2c, 2d. Estas proporções são validas durante a operação a, ou perto, da potencia total. Veja a discussão em conexão com a figura 2 abaixo para uma descrição mais detalhada.

Quando é subministrado oxidante adicional ao espaço de combustão desta forma, a velocidades muito elevadas, consegue-se uma poderosa recirculação dos produtos de combustão no forno 1. Na verdade, os presentes inventores descobriram que é possível fazer as chamas tão grandes que elas enchem essencialmente todo o espaço de forno de um forno industrial sendo aquecido pelos queimadores 2a, 2b, 2c, 2d. Isto acontece sem chamas saindo do forno 1 através do sistema de exaustão. A temperatura do combustível aumenta em lugar de diminuir, e assim aumenta a eficiência no forno 1.

Isto, por sua vez, é associado com certas vantagens. Primeiramente, a temperatura de combustão cai devido aos efeitos de diluição a tais níveis que a formação de compostos NO_x diminui drasticamente durante a combustão, o qual é desejável.

Em segundo lugar, os inventores foram capazes de estabelecer que lancetar oxidante nas altas velocidades indicadas acima cria uma turbulência tal, e por meio disso convecção, dentro do volume do forno 1, que a homogeneidade de temperatura aumenta muito significativamente em comparação a quando o lancetar acontece a baixas velocidades. Isto, por sua vez, leva a operação uniforme, também durante o uso em fornos industriais muito grandes.

Além disso, os presentes inventores descobriram de forma surpreendente que essas vantagens aumentam no caso em que

as altas velocidades de lancetar descritas acima são combinadas com o posicionamento de cada lança 3a, 3b, 3c, 3d a uma certa distância do respectivo queimador 2a, 2b, 2c, 2d.

5 Assim, de acordo com a presente invenção, cada respectiva lança 3a, 3b, 3c, 3d é arranjada a uma distância do respectivo queimador 2a, 2b, 2c, 2d, a qual é suficiente para que a quantidade de NO_x formado nos gases de combustível dos queimadores 2a, 2b, 2c, 2d diminua em
10 pelo menos 30% quando comparada à quantidade de NO_x formado, lançado na mesma velocidade de lancetar, que teria se formado no caso da lança ter sido arranjada dentro do próprio queimador 2a, 2b, 2c, 2d., em outras palavras, a lança 3a, 3b, 3c, 3d desembocaria dentro da
15 superfície que é paralela em relação ao interior da parede do forno 1, e a qual é ocupada pelo queimador 2a, 2b, 2c, 2d.

Dependendo da aplicação atual, encontrou-se uma distância 4, típica, apropriada entre o queimador a ar 2a, 2b, 2c, 2d e a lança 3a, 3b, 3c, 3d como sendo pelo menos 0,3
20 metros, preferivelmente entre 0,5 metros e 1,2 metros, preferivelmente entre 0,7 metros e 0,9 metros. Em outras aplicações, a distância pode ser entre 1,5 e 4 diâmetros característicos, mais preferivelmente entre 2,5 e 4
25 diâmetros característicos, contudo pelo menos 0,3 metros. O diâmetro característico é o diâmetro do círculo que encerra todas as aberturas de suprimento para o oxidante primário. Usualmente, o oxidante primário é subministrado através de um orifício, através de uma fenda em forma de
30 anel ou através de vários orifícios arranjados ao longo com um ou vários círculos, significando que os centro dos orifícios são localizados ao longo de um ou de vários círculos arranjados concentricamente.

Uma distância apropriada 5 c/c entre dois queimadores adjacentes, em outras palavras, a distância entre o
35 respectivo centro de dois queimadores adjacentes no plano mencionado acima que é paralelo à parede do forno 1,

resultou ser pelo menos aproximadamente 2 diâmetros característicos ou pelo menos 2 metros.

Além da vantagem de que a quantidade de NO_x formado é drasticamente diminuída, nas altas velocidades de
5 lancetar descritas acima surge a vantagem de não Haber necessidade de várias lanças por queimador 2a, 2b, 2c, 2d para alcançar simetrias de chamas suficientes. A razão para isto é a pesada turbulência que surge durante a operação de acordo com a presente invenção.

10 É preferível que cada respectiva lança 3a, 3b, 3c, 3d seja arranjada em um ângulo tal em relação ao respectivo queimador 2a, 2b, 2c, 2d que a corrente de oxidante adicional não cruze a chama do respectivo queimador 2a, 2b, 2c, 2d. De acordo com uma concretização, a corrente
15 lançada de oxidante adicional é direcionado em paralelo à chama. De acordo com outra concretização, o oxidante adicional é direcionado um pouco fora da chama. Isto resulta em uma mistura mais uniforme dos gases do forno antes que o oxidante adicional reagir com o combustível,
20 o qual aumenta ainda a homogeneidade de temperatura no espaço do forno 1.

Na figura 1, um dispositivo de controle 6 é também mostrado em uma forma principal, o dispositivo de controle 6 controla o suprimento de combustível, através
25 de um conduto de combustível 8, e de ar, através de um conduto de ar 9, para um queimador a ar 2d. Ademais, o dispositivo de controle 6 controla, traves de um conduto 7 para oxidante adicional, o suprimento do tal oxidante adicional para uma lança 3d associada com o queimador 2d.
30 Assim, o dispositivo de controle 6 é arranjado para controlar o suprimento de ambos combustível, ar e oxidante adicional para o queimador 2d.

De acordo com uma concretização preferida, há um dispositivo de controle atuando separadamente arranjado
35 para controlar a operação de cada queimador 2a, 2b, 2c, 2d que é provido com uma lança, de modo que a operação de cada queimador tal 2a, 2b, 2c, 2d pode ser controlada

individualmente. Entretanto, na figura 1 é mostrado somente um dispositivo de controle 6, por razões de claridade. Entende-se que os dispositivos de controle individuais também podem ser arrançados na forma de um
5 único ou de um número menor de dispositivos de controle, o qual em uma maneira por si mesma convencional controla os vários queimadores e suas respectivas lanças associadas, individualmente.

Quando aplicada a presente invenção no forno 1, de acordo
10 com uma concretização preferida, o oxidante adicional é subministrado somente quando o queimador 2a, 2b, 2c, 2d é operado com pelo menos uma certa potência mais baixa, ou seja, com uma potência que está entre a certa potência mais baixa e a potencia total do queimador 2a, 2b, 2c,
15 2d.

Isto pode ser visto claramente na figura 2, a qual mostra, como uma função do tempo, a operação de um queimador a ar usando óleo como combustível, usando um método com oxidante adicionalmente lançado de acordo com
20 a presente invenção durante a ignição do queimador em questão. Então, no diagrama é mostrado o fluxo de óleo (linha sólida, l/h, eixo Y mão direita), ar (linha tracejada, Nm³/h, eixo Y mão esquerda) e adicionalmente o oxidante subministrado (linha de traços e pontos, Nm³/h,
25 eixo Y mão esquerda) para o queimador como uma função do tempo transcorrido a partir do início da operação (eixo X). Durante o ajuste do queimador para potências mais altas a partir de um estado de prontidão ("stand-by"), funções representando fluxo de óleo, ar e oxidante
30 adicional são obtidas, similares àquelas mostradas na figura 2.

Em potências baixas, o fluxo de óleo no queimador é aumentado continuamente quando a potência do queimador aumenta. No início, o queimador é operado somente com ar
35 como oxidante. Quando a potência do queimador aumenta acima de um certo ponto, no qual o fluxo de ar lento do queimador não mais satisfaz o suprimento do queimador (na

figura 2, isto acontece em aproximadamente 10:14:45), o fluxo de ar começa a aumentar significativamente. Para posteriormente ainda aumentar a potência do queimador, o suprimento de oxidante adicional inicia-se (em torno de 5 10:16:45), por meio da lança arranjada a uma distância do queimador. O suprimento de oxidante adicional começa, como mencionado acima, quando o queimador é operado com uma certa potência mais baixa.

De acordo com uma concretização preferida, esta potência 10 mais baixa é 20% ou mais alta que a potência máxima do queimador a ar. De acordo com uma concretização adicionalmente preferida, a potência mais baixa é 25% ou mais alta que a potência máxima do queimador.

Posteriormente, o fluxo do oxidante adicionalmente 15 subministrado aumenta, dependendo do fluxo de combustível, até a potência de operação desejada. O fluxo de ar, por outro lado, é ajustado novamente de volta ao fluxo lento. Durante todo este processo, a relação entre, por um lado, a quantidade total de oxigênio no ar e no 20 oxidante adicional subministrado e, por outro lado, a quantidade de combustível, é controlada para ser um determinado valor. Este valor pré-determinado pode ser uma constante ou uma função da proporção de oxidante adicional em relação à quantidade de ar.

De acordo com uma concretização preferida, a relação 25 estequiométrica entre o combustível subministrado e o oxidante totalmente subministrado é tal que é alcançada uma mistura aproximadamente estequiométrica. A expressão "mistura aproximadamente estequiométrica" significa a 30 valores Lambda entre 0,95 e 1,2. É preferível que esta mistura aproximadamente estequiométrica é alcançada ou para um queimador individual, para uma certa zona de combustão ou para o forno como um todo.

De acordo com outra concretização preferida, uma relação 35 mais alta (preferivelmente Lambda aproximadamente de 1,15) é usada quando se usa somente ar, ou seja, a potências de combustão mais baixas, e uma relação mais

baixa (preferivelmente Λ aproximadamente 1,05) quando se usa um oxidante adicional em proporção maior, ou seja a potências de combustão mais altas. Em geral é preferido que o excesso do oxidante total em relação ao combustível seja controlado de modo que Λ é mais baixo quando a proporção de oxidante adicional é mais alta.

Neste documento, a expressão "Lambda" é usada com o significado de que, por exemplo, quando $\Lambda = 1,15$, isto significa que um excesso de oxigênio de 15% da quantidade estequiometricamente necessária de oxigênio para oxidar completamente o combustível está presente.

Quando o oxidante é subministrado em tais proporções, um aumento adicional da eficiência do processo é alcançada pelo oxidante assim subministrado melhorando a combustão no forno aquecido e contribuindo adicionalmente para a diminuição de emissões de NO_x quando a quantidade de nitrogênio subministrado à combustão no ar de combustão diminui. Além disso, a demanda adicionalmente diminuída de ar resultante deste principio de controle faz possível alcançar uma recuperação de calor uniforme melhorada no caso onde o ar de combustão é pré-aquecido, o qual é preferido.

Então, a relação considerando o oxigênio subministrado entre o suprimento de ar do queimador e o oxidante lançado variará por todas as potências de operação diferentes do queimador. Especialmente, todo o oxigênio subministrado se originará no suprimento de ar do queimador a potências abaixo de certa potência mais baixa, e pelo menos 40% do oxigênio subministrado se originará do oxidante adicional durante a operação a potência total ou perto da potência total.

Em adição às vantagens descritas acima, um método explorando uma quantidade variável de oxidante adicional lançado de acordo com o mencionado acima, faz então possível operar um queimador a ar existente eficientemente sobre um intervalo de potência amplo em

caso que uma lança de acordo com a presente invenção seja instalada em conexão com o queimador.

De acordo com um aspecto preferido da presente invenção, durante novas instalações, um ou vários queimadores a ar são montados em combinação com ou uma ou várias lanças do tipo descrito acima. Assim, de acordo com este aspecto, são montados queimadores a ar tendo uma capacidade grande somente para corresponder de alguma forma mais que o consumo baixo normal de ar, de acordo com o dito anteriormente. Assim, o oxidante restante é fornecido através do lançamento de oxidante adicional como foi descrito acima. Isto resulta em economias de custo substanciais referentes a equipamento de ventilação, pré-aquecimento, controle e injeção de ar.

Acima, concretizações preferidas têm sido descritas. Entretanto, é aparente para a pessoa com conhecimento que muitas modificações pode ser feitas às concretizações descritas sem se afastar da idéia da invenção. Assim, a invenção não deve ser limitada às concretizações descritas, mas ser variável dentro do escopo das reivindicações anexas.

Por exemplo, a relação descrita acima entre oxidante subministrado totalmente e combustível não precisa ser efetiva para todos os pares individualmente arranjados de lanças para oxidante adicional e queimadores a ar. No lugar disso, a relação pode ser alcançada pelo suprimento total de ar e o adicionalmente lançado oxidante de um grupo de uma ou mais lanças em combinação com um ou mais queimadores a ar sendo balançados contra a quantidade totalmente fornecida de combustível no grupo.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para homogeneizar a distribuição de calor, assim como diminuir a quantidade de NO_x nos produtos de combustão quando um forno industrial (1) com pelo menos um queimador convencional (2a, 2b, 2c, 2d) usando ar como oxidante, onde uma lança (3a, 3b, 3c, 3d) é introduzida no forno (1), um oxidante adicional compreendendo pelo menos 50% de gás oxigênio é obrigado a passar no forno (1) através da lança (3a, 3b, 3c, 3d), e a quantidade total de oxigênio subministrado, parcialmente através do ar, parcialmente através do oxidante adicional, é subministrado em uma proporção pré-determinada em relação à quantidade de combustível sendo subministrado através do queimador a ar (2a, 2b, 2c, 2d), caracterizado pelo fato, primeiramente, de na combinação disso, pelo menos 40% do oxigênio subministrado é fornecido através do oxidante adicional;
- a lança (3a, 3b, 3c, 3d) é para ser arranjada a uma distância do forno a ar (2a, 2b, 2c, 2d) de pelo menos 0,3 metros;
 - o oxidante adicional é obrigado a passar no forno (1) através da lança (3a, 3b, 3c, 3d) com pelo menos a velocidade do som, e, em segundo lugar, sendo que o oxidante adicional é subministrado somente quando o queimador a ar (2a, 2b, 2c, 2d) é operado a, ou acima de, uma certa potência mais baixa.
2. Método, de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de a proporção pré-determinada entre o oxidante subministrado total e o combustível subministrado ser feita de modo que um excesso estequiométrico de oxidante esteja presente durante a combustão, e sendo que o excesso de oxidante em relação ao combustível é controlado de modo que Lambda é menor quando a proporção de oxidante adicionalmente subministrado é mais alta.
3. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de somente uma lança (3a,

3b, 3c, 3d) ser usada para cada queimador (2a, 2b, 2c, 2d) no forno industrial (1).

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de a distância (4) entre o queimador (2a, 2b, 2c, 2d) e a lança (3a, 3b, 3c, 3d) ser definida entre 0,5 metros e 1,2 metros.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de a distância (4) entre o queimador (2a, 2b, 2c, 2d) e a lança (3a, 3b, 3c, 3d) ser definida entre 0,7 metros e 0,9 metros.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de a distância (4) entre o queimador (2a, 2b, 2c, 2d) e a lança (3a, 3b, 3c, 3d) ser definida entre 1,5 e 4 vezes o diâmetro de um círculo que encerra todas as aberturas de suprimento para ar, entretanto pelo menos 0,3 metros.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de a distância (4) entre o queimador (2a, 2b, 2c, 2d) e a lança (3a, 3b, 3c, 3d) ser definida entre 2,5 e 4 diâmetros característicos.

8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 7, caracterizado pelo fato de a lança (3a, 3b, 3c, 3d) ser arranjada em uma direção tal, de modo que a corrente de oxidante adicional não cruze a chama do queimador (2a, 2b, 2c, 2d).

9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 8, caracterizado pelo fato de pelo menos 50% do oxigênio subministrado ser subministrado através do oxidante adicional.

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de entre 50% e 80% do oxigênio subministrado ser subministrado através do oxidante adicional.

11. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 10, caracterizado pelo fato de o oxidante sendo subministrado através de lançamento ser um oxidante tendo pelo menos 85 por cento por peso de oxigênio.

12. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 11, caracterizado pelo fato de o oxidante adicional ser subministrado através de um esguicho de Laval na lança (3a, 3b, 3c, 3d).
- 5 13. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 12, caracterizado pelo fato de o oxidante adicional ser subministrado a uma velocidade de pelo menos 1,5 vezes a velocidade do som.
- 10 14. Método, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de o oxidante adicional ser subministrado a uma velocidade entre 1,5 vezes a velocidade do som e 1,8 vezes a velocidade do som.
- 15 15. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 14, caracterizado pelo fato de vários queimadores (2a, 2b, 2c, 2d) serem arrançados cada um com uma respectiva lança (3a, 3b, 3c, 3d), e sendo que a distância (5) c/c entre dois queimadores adjacentes, em outras palavras, a distância entre o respectivo centro de dois queimadores tais em um plano que é paralelo à parede de forno, é induzida a ser pelo menos de aproximadamente 20 2 metros.
- 25 16. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 15, caracterizado pelo fato de vários queimadores (2a, 2b, 2c, 2d) serem arrançados cada um com uma respectiva lança (3a, 3b, 3c, 3d), e sendo que a distância (5) c/c entre dois queimadores adjacentes, em outras palavras, a distância entre o respectivo centro de dois queimadores tais em um plano que é paralelo à parede de forno, é induzida a ser pelo menos de aproximadamente 30 2 diâmetros característicos.
- 35 17. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 16, caracterizado pelo fato de a certa potência mais baixa, em outras palavras, a potência mais baixa para o queimador a ar (2a, 2b, 2c, 2d) na, ou acima da qual, o oxidante adicional é induzido a ser fornecido, ser de 20%, ou mais, da potência total.

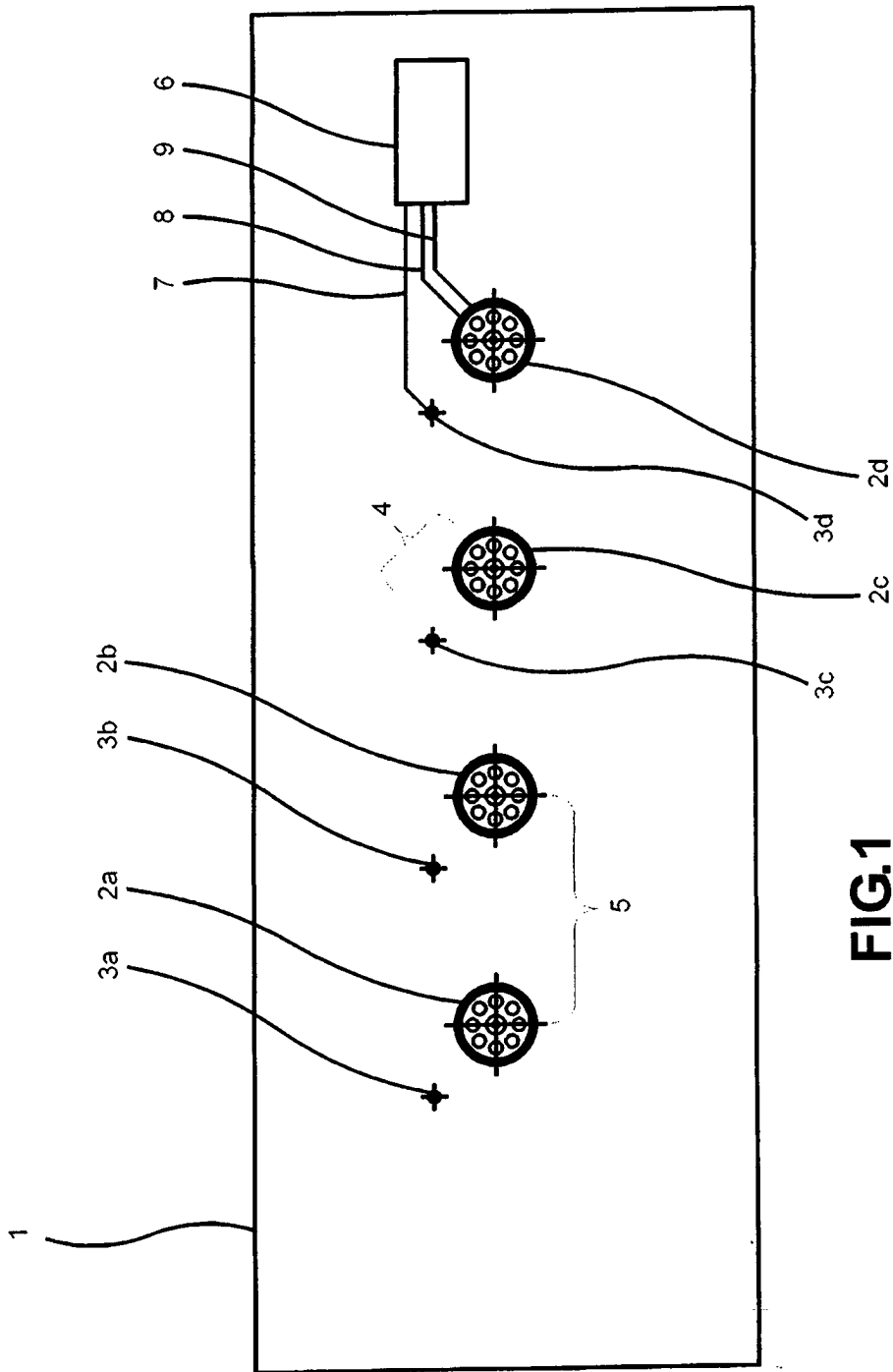


FIG.1

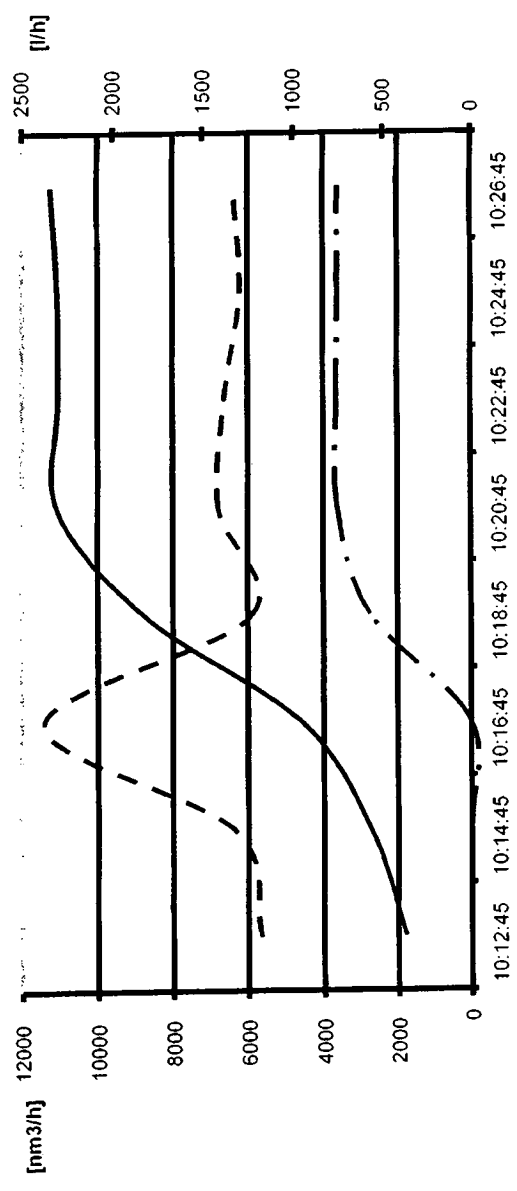


FIG.2

RESUMO

"MÉTODO PARA HOMOGENEIZAR A DISTRIBUIÇÃO DE CALOR".

Método para homogeneizar a distribuição de calor assim como diminuir a quantidade de NO_x nos produtos de combustão quando um forno industrial (1) com pelo menos 5 um queimador convencional (2a, 2b, 2c, 2d) usando ar como oxidante. Um oxidante adicional compreendendo pelo menos 50% de gás oxigênio é obrigado a passar no forno (1) através de uma lança (3a, 3b, 3c, 3d). A quantidade total 10 de oxigênio subministrado é balanceada contra a quantidade de combustível sendo subministrado através do queimador a ar (2a, 2b, 2c, 2d). A invenção é caracterizada primeiramente pelo fato de na combinação disso, pelo menos 40% do oxigênio subministrado ser fornecido através 15 do oxidante adicional, sendo que a lança (3a, 3b, 3c, 3d) é arranjada a uma distância do forno a ar (2a, 2b, 2c, 2d) de pelo menos 0,3 metros, e sendo que o oxidante adicional passa no forno (1) através da lança (3a, 3b, 3c, 3d) com pelo menos a velocidade do som e, em segundo 20 lugar, sendo que o oxidante adicional é subministrado somente quando o queimador a ar (2a, 2b, 2c, 2d) é operado a uma certa potência mais baixa ou a uma potência mais alta.