

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

(21) **PI0620398-1 A2**

(22) Data de Depósito: 18/12/2006
(43) Data da Publicação: 16/11/2011
(RPI 2132)



(51) *Int.Cl.:*
F23D 14/32
F23D 14/22
C03B 5/235
F23D 14/66

(54) **Título:** PROCESSO DE OXICOMBUSTÃO AFERIDA, UTILIZANDO REAGENTES PRÉ-AQUECIDOS

(30) **Prioridade Unionista:** 22/12/2005 FR 0554032

(73) **Titular(es):** LAIR LIQUIDE-Societe Anonyme Pour Letude Et L exploitation Des Procedes Georges Claude

(72) **Inventor(es):** Bertrand Leroux, Christian Imbernon, Gabriel Constantin, Rémi Tsiava

(74) **Procurador(es):** ORLANDO DE SOUZA

(86) **Pedido Internacional:** PCT FR2006051371 de 18/12/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/074278de 05/07/2007

(57) **Resumo:** PROCESSO DE OXICOMBUSTÃO AFERIDA, UTILIZANDO REAGENTES PRÉ-AQUECIDOS. A invenção se refere a um processo de oxicombustão aferida no qual se injeta em uma câmara de combustão o jato do combustível no meio do jato de gás oxigenado primário, o jato de gás oxigenado primário por um orifício de diâmetro D e o jato de gás oxigenado secundário por um orifício de diâmetro d, colocado a uma distância 1 do jato de gás oxigenado primário, e no qual: - o jato do combustível desemboca a uma distância r em recuo da parede da câmara de combustão, - o gás oxigenado rico em oxigênio é pré- aquecido a uma temperatura de pelo menos 300°C, - a relação r/d está compreendida entre 5 e 20, ou entre 0,75 e 3, e a relação l/d é de pelo menos 2.

PROCESSO DE OXICOMBUSTÃO AFERIDA, UTILIZANDO REAGENTES PRÉ-AQUECIDOS.

A presente invenção se refere a um processo de combustão de um combustível com o auxílio de um gás oxigenado rico em oxigênio, no qual o gás é pré-aquecido a uma temperatura de pelo menos 300°C.

Atualmente, as duas principais preocupações para o dimensionamento dos queimadores destinados aos fornos industriais são a eficácia da transferência de calor à carga e a redução das emissões poluentes, em particular os óxidos de nitrogênio. Um dos métodos mais promissores para responder a essas duas preocupações é a oxicombustão aferida, utilizando reagentes pré-aquecidos. Com efeito, é conhecido que a aferição da combustão permite reduzir as emissões de NOx e que o pré-aquecimento dos reagentes permite conseguir ganhos de energia.

A oxicombustão é uma combustão que utiliza um gás oxigenado de concentração em oxigênio superior ao ar. O processo de combustão aferida dos combustíveis em pelo menos dois fluxos de oxidante introduzidos a diferentes distâncias do fluxo de combustível. Assim, um primeiro fluxo de oxidante é introduzido à distância muito próxima do fluxo de combustível. Esse primeiro fluxo de oxidante o mais próximo do fluxo de combustível é denominado o fluxo primário; ele permite a combustão parcial do combustível a uma temperatura controlada que limita a formação dos NOx . Os outros fluxos de oxidante são introduzidos à maior distância do combustível que o fluxo de oxidante primário; eles permitem concluir a combustão do combustível que não reagiu com o oxidante primário. Esses fluxos são

denominados fluxos secundários.

O pré-aquecimento dos reagentes (gás oxigenado e combustível) foi proposta em diferentes esquemas de recuperação do calor das fumaças (US 6.071.116). Descreveu-se também em WO 0079182 um queimador com injeção de combustível e de oxidante pré-aquecidos. Todavia, esses documentos não evocam a existência de problemas ligados à utilização dos reagentes quentes. Contudo, a utilização de reagentes quentes pode levar aos seguintes problemas:

10 - aumento da velocidade de chama da mistura dos reagentes. O fronte de chama se estabiliza então próximo das saídas dos diferentes orifícios dos queimadores, acentuando os riscos de aquecimento e de destruição prematura dos injetores;

15 - aumento da temperatura da chama, o que aumenta a transferência radioativa à carga e à superfície do queimador;

 - aumento dos níveis de NOx térmico, em consequência do aumento da temperatura de chama.

20 A finalidade da presente invenção é de propor regras de dimensionamento para um queimador que utiliza uma oxicombustão aferida e reagentes pré-aquecidos, a fim de conservar as vantagens da oxicombustão aferida, sem sofrer os riscos ligados à utilização de reagentes pré-aquecidos.

25 Com essa finalidade, a invenção se refere a um processo de combustão de um combustível com o auxílio de um gás oxigenado rico em oxigênio, no qual se injeta uma câmara de combustão:

 - um jato do combustível; e
30 - pelo menos dois jatos do gás oxigenado:

. o primeiro jato do gás oxigenado, dito primário, sendo introduzido por um orifício de diâmetro D e sendo injetado em torno do jato de combustível e em quantidade tal a gerar uma primeira combustão incompleta, os gases oriundos dessa primeira combustão comportando ainda pelo menos uma parte do combustível; e

. o segundo jato do gás oxigenado sendo introduzido por um orifício de diâmetro d , colocado a uma distância I do orifício de introdução do primeiro jato de gás oxigenado primário, de maneira a entrar em combustão com a parte do combustível presente nos gases oriundos da primeira combustão; e no qual:

- o jato do combustível desemboca no meio do jato de gás oxigenado primário em um ponto em recuo da parede da câmara de combustão, esse ponto ficando situado a uma distância r ;

- o gás oxigenado rico em oxigênio é pré-aquecido a uma temperatura de pelo menos 300°C ;

- a relação r/D está compreendida:

. seja entre 5 e 20, de preferência entre 7 e 15;

. seja entre 0,75 e 3;

- e a relação l/d é de pelo menos 2, de preferência de pelo menos 10.

O processo, de acordo com a invenção, utiliza uma combustão, na qual o combustível é um gás oxigenado rico em oxigênio, isto é, apresentando uma concentração em oxigênio mais elevada do que o ar: pode tratar-se de ar enriquecido em oxigênio ou de oxigênio puro. De preferência, a concentração em oxigênio desse gás oxigenado é de pelo

menos 70 % em volume.

O processo, de acordo com a invenção, utiliza uma combustão, na qual pelo menos o gás oxigenado é pré-aquecido a uma temperatura de pelo menos 300°C. Esse pré-aquecimento pode ser feito por qualquer método conhecido da técnica anterior. De preferência, trata-se de um pré-aquecimento por recuperador, permitindo recuperar o calor das fumaças de combustão. O combustível pode ser também pré-aquecido, de preferência a pelo menos 300°C.

O processo, de acordo com a invenção, utiliza uma combustão aferida na qual o gás oxigenado é dividido em dois fluxos que são introduzidos na câmara de combustão a diferentes distâncias do jato de combustível. O jato primário é introduzido em contato com o jato de combustível e o envolve. O orifício do injetor que introduz o jato primário na câmara de combustão é de diâmetro D . A extremidade desse injetor de jato primário desemboca diretamente na câmara de combustão. Ao contrário, a extremidade do injetor de combustível não desemboca diretamente na câmara de combustão, mas fica situada em recuo da parede da câmara de combustão: a extremidade do injetor de combustível desemboca no meio do injetor de jato primário em um ponto em recuo da parede da câmara de combustão, situado a uma distância r dessa parede. O diâmetro do injetor de combustível é geralmente ajustado, de maneira a produzir uma chama estável. Geralmente, são introduzidos 2 a 20 % da quantidade total em gás oxigenado necessário à combustão do combustível por meio do jato primário. O complemento de gás oxigenado é introduzido por meio do jato secundário por um injetor, cuja extremidade

desemboca diretamente na câmara de combustão e cujo orifício apresenta um diâmetro d . Esse injetor do jato secundário é colocado a uma distância I do orifício de gás oxigenado primário, a distância I sendo medida entre as
5 bordas as mais próximas dos orifícios do injetor de gás oxigenado primário e do injetor de gás oxigenado secundário.

Uma das características essenciais da invenção é que é preciso evitar aplicar o processo de oxicombustão aferida
10 com retirada do injetor de combustível no meio do injetor de gás oxigenado primário com um dimensionamento tal que r/D esteja compreendido entre 3 e 5. Os dimensionamentos respectivos de r e D são críticos, pois influenciam o volume da cavidade criada pela retirada do injetor de
15 combustível no meio do injetor de gás oxigenado primário. Pela escolha do bom, dimensionamento, a invenção permite, por um lado, evitar que a chama de pré-mistura que se desenvolve nessa cavidade danifique as extremidades dos injetores de combustível e de gás oxigenado primário e, por
20 outro, evitar que a radiação proveniente da câmara de combustão danifique a extremidade do injetor de combustível.

Uma outra característica essencial da invenção é que a relação l/d deve ser de pelo menos 2, de preferência de
25 pelo menos 10.

Habitualmente, os orifícios pelos quais são injetados os reagentes apresentam uma seção circular. Todavia, a invenção abrange também os casos em que as seções desses orifícios não são de forma circular; nestes últimos casos,
30 os diâmetros d e D evocados acima correspondem aos

diâmetros hidráulicos das seções não circulares, o diâmetro hidráulico sendo definido como a relação de 4 vezes a superfície da seção do orifício dividido pelo perímetro da seção do orifício.

5 A figura 1 representa um esquema que permite ilustrar os diferentes elementos de dimensionamento do processo, de acordo com a invenção (r , d , D , I). O combustível 1 é introduzido por meio do injetor 7 colocado no injetor 6 do gás oxigenado primário 2. A extremidade do injetor de
10 combustível fica situada a uma distância r em recuo da parede 4 da câmara de combustão. A extremidade do injetor do gás oxigenado primário 2 apresenta um diâmetro D . O gás oxigenado secundário 3 é introduzido pelo injetor 5, cuja extremidade apresenta um diâmetro d . A distância entre as
15 bordas das extremidades dos injetores 5 e 6 de gás oxigenado é I .

 Por aplicação do processo tal como descrito anteriormente, é possível utilizar o pré-aquecimento dos reagentes de combustão em um processo de oxicombustão
20 aferida, sem danificar prematuramente os injetores de reagentes e sem aumentar a emissão de NO_x .

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de combustão de um combustível com auxílio de gás oxigenado rico em oxigênio, no qual se injeta em uma câmara de combustão:

5 - um jato do combustível; e

 - pelo menos dois jatos do gás oxigenado:

 . o primeiro jato do gás oxigenado, dito primário, sendo introduzido por um orifício de diâmetro D e sendo injetado em torno do jato de combustível e em quantidade
10 tal que gera uma primeira combustão incompleta, os gases oriundos dessa primeira combustão comportando ainda pelo menos uma parte do combustível; e

 . o segundo jato do gás oxigenado sendo introduzido por um orifício de diâmetro d , colocado a uma distância I
15 do orifício de introdução do primeiro jato de gás oxigenado primário, de maneira a entrar em combustão com a parte do combustível presente nos gases oriundos da primeira combustão;

e no qual:

20 - o jato do combustível desemboca no meio do jato de gás oxigenado primário em um ponto em recuo da parede da câmara de combustão, esse ponto ficando situado a uma distância r ;

 - o gás oxigenado rico em oxigênio é pré-aquecido a
25 uma temperatura de pelo menos 300°C ; caracterizado pelo fato de:

 - a relação r/D estar compreendida:

 . seja entre 5 e 20, de preferência entre 7 e 15;

 . seja entre 0,75 e 3;

30 - e a relação l/d ser de pelo menos 2.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a relação r/D estar compreendida entre 7 e 15.

3. Processo, de acordo com as reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de a relação I/d ser de pelo menos 10.

4. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de o gás oxigenado rico em oxigênio apresentar uma concentração em oxigênio de pelo menos 70 % em volume.

5. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3 ou 4, caracterizado pelo fato de o combustível ser pré-aquecido em pelo menos 300°C.

6. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4 ou 5, caracterizado pelo fato de ser aplicado em um forno de fusão de vidro.

7. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6 ou 7, caracterizado pelo fato de ser aplicado em um forno de aquecimento.

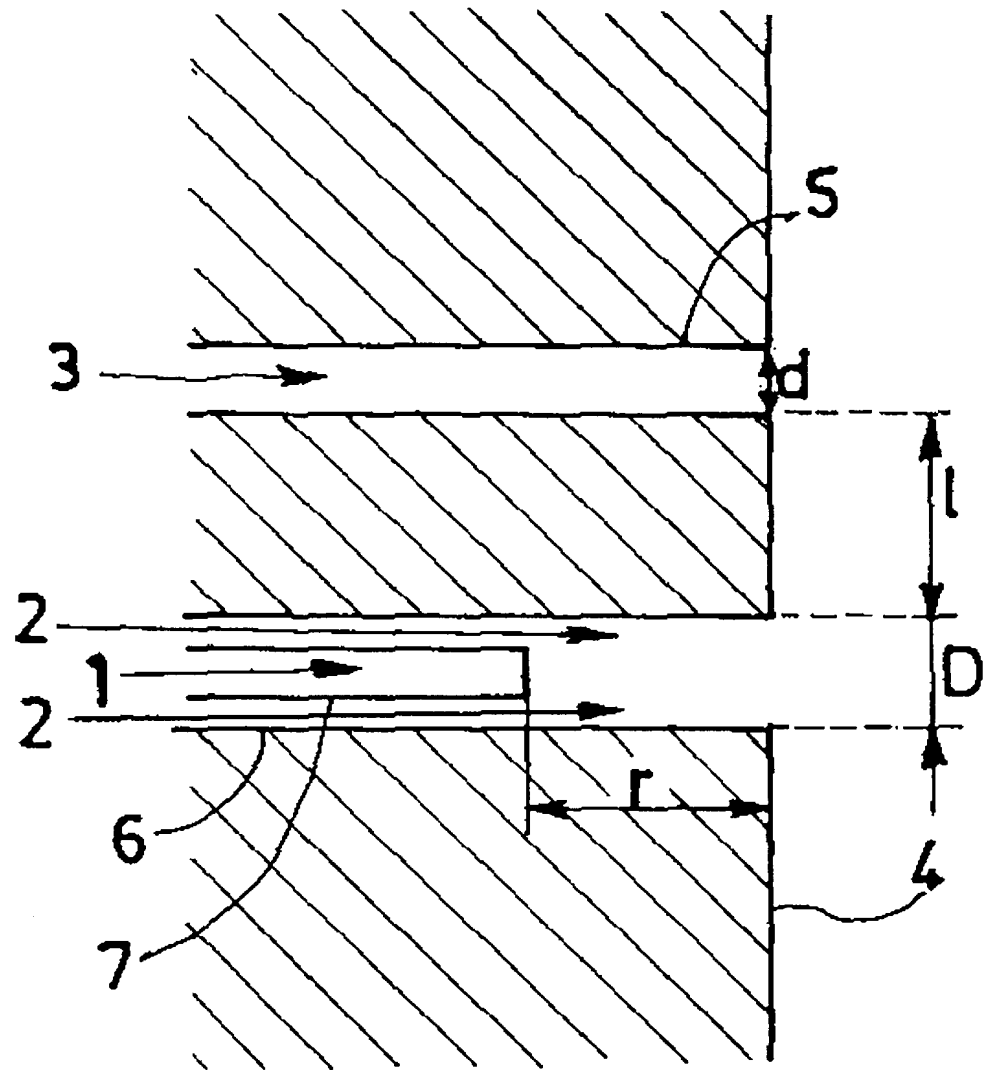


FIGURA 1

PROCESSO DE OXICOMBUSTÃO AFERIDA, UTILIZANDO REAGENTES PRÉ-AQUECIDOS.

A invenção se refere a um processo de oxicombustão aferida no qual se injeta em uma câmara de combustão o jato do combustível no meio do jato de gás oxigenado primário, o jato de gás oxigenado primário por um orifício de diâmetro D e o jato de gás oxigenado secundário por um orifício de diâmetro d , colocado a uma distância I do jato de gás oxigenado primário, e no qual: - o jato do combustível desemboca a uma distância r em recuo da parede da câmara de combustão, - o gás oxigenado rico em oxigênio é pré-aquecido a uma temperatura de pelo menos 300°C , - a relação r/d está compreendida entre 5 e 20, ou entre 0,75 e 3, e a relação I/d é de pelo menos 2.