



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

**(21) PI 0809072-6 A2**



\* B R P I 0 8 0 9 0 7 2 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 21/03/2008  
**(43) Data da Publicação: 09/09/2014**  
(RPI 2279)

**(51) Int.Cl.:**  
F23D 11/00

**(54) Título:** INJETOR DE PULVERIZAÇÃO DE COMBUSTÍVEL LÍQUIDO, QUEIMADOR, FORNO, PROCESSO DE TRATAMENTO TÉRMICO DE VIDRO FUNDIDO E UTILIZAÇÃO DO INJETOR OU DO QUEIMADOR

**(57) Resumo:**

**(30) Prioridade Unionista:** 26/03/2007 FR 0754028

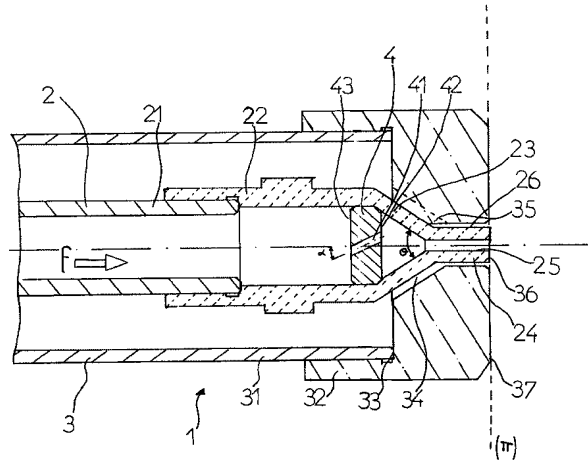
**(73) Titular(es):** Saint-Gobain Emballage, Saint-Gobain Glass France

**(72) Inventor(es):** Joseph Vernaz, Laurent Garnier, Patrice Rouchy

**(74) Procurador(es):** Momsen, Leonardos & CIA.

**(86) Pedido Internacional:** PCT FR2008050492 de 21/03/2008

**(87) Publicação Internacional:** WO 2008/132388de 06/11/2008



“INJETOR DE PULVERIZAÇÃO DE COMBUSTÍVEL LÍQUIDO, QUEIMADOR, FORNO, PROCESSO DE TRATAMENTO TÉRMICO DE VIDRO FUNDIDO E UTILIZAÇÃO DO INJETOR OU DO QUEIMADOR”

5 A invenção se refere a um processo e a um dispositivo de combustão no qual a alimentação em combustível é assegurada por pelo menos um injetor.

10 A invenção será mais especialmente descrita para uma utilização para a fusão do vidro em fornos de fabricação de vidro, notadamente os fornos para a fabricação de vidro plano de tipo float ou os fornos para a fabricação de vidros ocos de embalagem, por exemplo os fornos que funcionam em inversão do tipo daqueles que utilizam regeneradores (recuperadores de energia) mas ela não é por causa disso limitada a tais aplicações.

15 A maior parte dos processos de combustão do tipo precitado notadamente aqueles utilizados nos fornos de fabricação de vidro são confrontados a problemas de emissão, não desejada de  $\text{NO}_x$  nas fumaças de combustão.

20 Os  $\text{NO}_x$  têm uma influência nefasta ao mesmo tempo sobre o ser humano e sobre o ambiente. De fato, por um lado o  $\text{NO}_2$  é um gás irritante na origem das doenças respiratórias. Por outro lado, em contato com a atmosfera, eles podem formar progressivamente chuvas ácidas. Finalmente, eles geram uma poluição fotoquímica visto que em combinação com os compostos orgânicos voláteis e a radiação solar, os  $\text{NO}_x$  estão na origem da formação do ozônio dito troposférico cujo aumento de concentração em baixa  
25 altitude se torna nocivo para o ser humano, sobre tudo em período de grande calor.

É por essa razão que as normas em vigor sobre a emissão de  $\text{NO}_x$  se tornam cada vez mais exigentes. Devido à existência dessas normas, os fabricantes e os exploradores de forno, tais como aqueles dos fornos para

vidro, se preocupam, de maneira constante, em limitar ao máximo as emissões de  $\text{NO}_x$ , de preferência a uma taxa inferior a 800, e mesmo inferior a 600 mg por  $\text{Nm}^3$  de fumaças.

5 Os parâmetros que influem na formação dos  $\text{NO}_x$  já foram analisados. Trata-se essencialmente da temperatura, pois acima de  $1300^\circ\text{C}$  a emissão dos  $\text{NO}_x$  cresce de maneira exponencial, do excesso de ar visto que a concentração dos  $\text{NO}_x$  depende da raiz quadrada daquela do oxigênio ou ainda da concentração em  $\text{N}_2$ .

10 Numerosas técnicas já foram propostas para reduzir a emissão dos  $\text{NO}_x$ .

Uma primeira técnica consiste em fazer intervir um agente redutor sobre os gases emitidos a fim de que os  $\text{NO}_x$  sejam convertidos em nitrogênio. Esse agente redutor pode ser amoníaco mas isso induz inconvenientes tais como a dificuldade de estocar e manipular um tal produto.  
15 Também é possível utilizar um gás natural como agente redutor, mas isso é feito em detrimento do consumo do forno e aumenta as emissões de  $\text{CO}_2$ . A presença de gases redutores em certas partes do forno tais como os regeneradores pode além disso provocar uma corrosão acelerada dos refratários dessas zonas.

20 É portanto preferível, sem que isso seja obrigatório, se libertar dessa técnica adotando-se para isso medidas ditas primárias. Essas medidas são assim chamadas pois não se procura destruir os  $\text{NO}_x$  já formados, como na técnica descrita acima, mas sim impedir sua formação, por exemplo ao nível da chama. Essas medidas são por outro lado mais simples de executar e,  
25 em consequência disso, mais econômicas. Elas podem no entanto não se substituir completamente à técnica precitada mas vir completar a mesma vantajosamente. Essas medidas primárias constituem de qualquer modo uma preliminar indispensável para diminuir o consumo de reagentes das medidas secundárias.

É possível classificar de maneira não limitativa as medidas existentes em várias categorias:

- 5 - uma primeira categoria consiste em reduzir a formação de NO<sub>x</sub> como auxílio da técnica dita de “reburning” pela qual cria-se uma zona em ausência de ar ao nível da câmara de combustão de um forno. Essa técnica apresenta o inconveniente de aumentar a temperatura ao nível dos empilhamentos de regeneradores e, se for o caso, de prever uma concepção específica dos regeneradores e de seus empilhamentos, mais especialmente em termos de estanqueidade e de resistência à corrosão;
- 10 - uma segunda categoria consiste em agir sobre a chama reduzindo para isso e mesmo impedindo a formação dos NO<sub>x</sub> a seu nível. Para isso, é possível por exemplo procurar reduzir o excesso de ar de combustão. Também é possível procurar limitar os picos de temperatura mantendo-se o comprimento de chama, e aumentar o volume da frente de chamas para  
15 reduzir a temperatura média dentro da chama. Uma tal solução é por exemplo descrita nos US6047565 e WO9802386. Ela consiste em um processo de combustão para a fusão do vidro, no qual a alimentação em combustível e a alimentação em carburante são efetuadas ambas de maneira a estender no tempo o contato combustível/comburente e/ou a aumentar o volume desse  
20 contato tendo em vista reduzir a emissão dos NO<sub>x</sub>.

É lembrado que um injetor é dedicado à propulsão de combustível, esse último tendo a vocação para ser queimado por um comburente. Assim, o injetor pode fazer parte de um queimador, o termo queimador designando geralmente o dispositivo que compreende ao mesmo  
25 tempo a admissão de combustível e aquela de comburente.

O EP921349 (ou US6244524) propôs com um objetivo de redução dos NO<sub>x</sub>, um queimador equipado com pelo menos um injetor, que compreende um conduto de admissão de combustível líquido, do tipo óleo combustível, e um conduto de admissão de fluido de pulverização disposto

concentricamente em relação ao dito conduto de admissão de combustível líquido, o dito conduto de admissão de combustível líquido compreendendo um elemento perfurado de canais oblíquos para colocar o combustível líquido sob a forma de um jato oco que se ajusta substancialmente à parede interna, a geratriz de cada um dos ditos canais formando um ângulo de pelo menos 10°, notadamente compreendido entre 15 e 30°, de preferência igual a 20°, com a direção de admissão do combustível líquido.

O objetivo da invenção é reduzir ainda mais os NOx em relação ao que é possível fazer com base no EP921349 (ou US6244524). Foi de fato descoberto que a redução do ângulo dos canais oblíquos em relação à direção de admissão do combustível líquido permitia diretamente alongar a chama produzida, ganhar em homogeneidade de temperatura de chama e reduzir os NOx.

Um outro objetivo da invenção é propor um forno e um processo de combustão, adaptados a todas as configurações de preparação de vidro mineral fundido, que permitem obter uma transferência térmica ótima, notadamente fornecendo para isso uma chama de comprimento adequado e de volume suficientemente grande para favorecer a cobertura máxima do banho de vidro e das matérias vitrificáveis em fusão.

O injetor de acordo com a invenção é utilizável em qualquer tipo de forno para vidro como os fornos de laço ou os fornos com queimadores transversais, esses últimos podendo ser equipados com regeneradores ou com recuperadores.

A invenção se refere a um injetor de pulverização de combustível líquido que compreende um conduto de admissão de combustível líquido e um conduto de admissão de fluido de pulverização, o dito conduto de admissão de combustível líquido compreendendo um elemento perfurado de canais oblíquos para colocar o dito combustível sob a forma de um jato oco em rotação antes de ejeção para fora do dito injetor, a geratriz de cada um dos

ditos canais formando um ângulo de menos de  $10^\circ$  com a direção de admissão do combustível líquido.

O injetor compreende um conduto de admissão de combustível líquido, notadamente do tipo óleo combustível, e um conduto de admissão de fluido de pulverização disposto geralmente concentricamente em torno do conduto de admissão de combustível líquido, o dito conduto de admissão de combustível líquido compreendendo o elemento perfurado de canais oblíquos para colocar o combustível líquido sob a forma de um jato oco que se ajusta substancialmente à parede interna, a geratriz de cada um dos ditos canais formando um ângulo de menos de  $10^\circ$  com a direção de admissão do combustível líquido.

O combustível líquido e o fluido de pulverização desembocam ambos por uma face externa do injetor. Geralmente, o fluido de pulverização sai por um orifício concêntrico em torno daquele de ejeção do combustível líquido. É vantajoso que a face externa do conduto de admissão do combustível líquido e a face externa do injetor estejam no mesmo plano.

O conduto de admissão de combustível líquido pode também se terminar por um bico para ejetar o combustível líquido através de sua face externa. Nesse caso, a face externa do conduto de admissão de combustível líquido é a face externa do bico. O conduto de admissão de fluido de pulverização pode se terminar por um bloco perfurado por um orifício que ejeta o fluido de pulverização, pelo menos uma parte do bico sendo inserida no dito bloco, a face externa (parte terminal) do bico sendo alinhada no plano definido pela face externa do bloco (desprovida de contato com o fluido de pulverização) e na qual desemboca o orifício. A face externa do injetor corresponde portanto aqui à adição das faces externas do bico e da face externa do bloco. A face externa do conduto de admissão de combustível líquido é aqui a face externa do bico, visto que o conduto de admissão de combustível líquido se termina por um bico.

Criando-se um escoamento do combustível líquido muito específico imediatamente antes que ele desemboque de seu conduto de admissão, torna-se possível uma pulverização mecânica eficaz do combustível líquido pelo fluido de pulverização em sua saída do conduto, o que permite  
5 obter uma heterogeneidade das gotículas desse mesmo combustível, e portanto evitar que sua combustão se faça com uma rapidez grande demais, fonte de formação dos  $\text{NO}_x$ . Em consequência disso, para uma temperatura de chama desejada, é possível se permitir trazer pouco comburente na entrada, e portanto, na raiz da chama, o que diminui ainda mais os riscos de formação  
10 dos  $\text{NO}_x$ .

O combustível líquido pode ser ejetado com uma pressão motriz de alimentação de pelo menos 1,2 MPa.

De maneira preferida, ejeta-se o combustível líquido a uma temperatura compreendida entre 100 e 150°C, mais de preferência entre 120 e  
15 140°C.

Uma tal gama de temperaturas permite trazer qualquer tipo de combustível líquido utilizado nas instalações atuais, em especial os fornos de fabricação de vidro, com a viscosidade exigida imediatamente antes que ele seja ejetado de seu conduto de admissão. Essa viscosidade pode de maneira  
20 vantajosa ser pelo menos igual a  $5 \cdot 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s, notadamente compreendida entre  $10^{-5}$  e  $2 \cdot 10^{-5}$  m<sup>2</sup>/s.

Foi descoberto que o ângulo do cone de abertura de ejeção do combustível líquido era correlacionado com o ângulo que os canais oblíquos no elemento para colocar o combustível líquido sob a forma de um jato oco  
25 formam com a direção de admissão do combustível líquido. Em consequência disso, ejeta-se o combustível líquido de acordo com um cone de ângulo de abertura de menos de 10°, notadamente compreendido entre 3° e 8°. Um ângulo de abertura de cerca de 5° é especialmente bem adaptado.

Tais valores permitem, independentemente da geometria do

conduto de admissão de combustível líquido e de seu dimensionamento, não somente que se tenha sistematicamente uma interferência entre o jato de fluido de pulverização e as gotículas de combustível líquido, interferência necessária no âmbito da invenção, mas também uma dispersão do tamanho 5 dessas mesmas gotículas de modo a que a chama resultante seja homogênea em temperatura em todo seu comprimento.

Para o que diz respeito ao fluido de pulverização, ele é ejetado, de maneira muito vantajosa a uma vazão de no máximo  $70 \text{ Nm}^3/\text{h}$ , geralmente compreendida entre  $30$  e  $60 \text{ Nm}^3/\text{h}$ .

10 O valor da vazão do fluido de pulverização é correlacionada com aquele da pressão desse mesmo fluido, pressão que é conveniente limitar ao máximo. Tendo-se um valor de vazão máxima tal como aquele mencionado acima, consegue-se obter um comprimento de chama suficiente para todas as configurações de forno de fabricação de vidro existentes.

15 O conduto de admissão de combustível líquido pode compreender um tubo cilíndrico e um bico. O bico pode ser fixado, notadamente por atarraxamento, na ponta do tubo cilíndrico. Uma geometria do bico especialmente adaptada ao injetor de acordo com a invenção é tal que ela compreende uma câmara de giração de forma troncônica prolongada por 20 uma ponteira da qual a parede interna é cilíndrica. Em decorrer de funcionamento, o fluxo de combustível líquido é oco desde sua colocação em rotação, quer dizer desde que ele sai do elemento perfurado de canais oblíquos, e até sua expulsão do injetor, quer dizer sua pulverização em gotículas.

25 De uma maneira especialmente preferida, o ângulo no topo teta da câmara de giração é de pelo menos  $30^\circ$ , de preferência compreendido entre  $55$  e  $65^\circ$ , notadamente  $60^\circ$ , o que permite minimizar as perdas de carga do combustível líquido em escoamento.

O elemento encarregado de formar o jato oco giratório de

combustível líquido obtura substancialmente o conduto de admissão de combustível líquido e é perfurado de canais, notadamente cilíndricos, oblíquos em relação à direção de admissão do combustível líquido.

5 Esse elemento confere ao combustível líquido um escoamento em rotação que permite que ele tome a forma de um jato oco e lhe dá um nível de energia mecânica suficientemente elevado para que ele possa ser pulverizado na saída de seu conduto de admissão sob a forma de gotículas na dispersão de tamanho ótimo.

10 Os canais podem ser vantajosamente uniformemente repartidos na circunferência do elemento.

15 Esse elemento tem uma forma que permite sua inserção no conduto de admissão de combustível líquido e pode por exemplo ser um cilindro, de preferência de duas faces substancialmente paralelas entre si (em forma de pastilha). Essas faces são por outro lado orientadas preferencialmente em uma direção perpendicular à direção de admissão do combustível líquido. O elemento que compreende os canais pode portanto notadamente ter uma forma cilíndrica da qual o eixo corresponde à direção de admissão do combustível líquido.

20 De uma maneira mais vantajosa, a orientação de cada um dos canais é escolhida de tal modo para que sua geratriz forme um ângulo alfa de menos de  $10^\circ$ , e mesmo de menos de  $8^\circ$ , e até mesmo de menos de  $6^\circ$ , notadamente de cerca de  $5^\circ$  com a direção de admissão de combustível líquido. Geralmente, a orientação de cada um dos canais é escolhida de tal modo que sua geratriz forme um ângulo alfa de mais de  $2^\circ$ , e mesmo de mais  
25 de  $3^\circ$ , e até mesmo de mais de  $4^\circ$  com a direção de admissão de combustível líquido.

Essa orientação especial permite obter uma sinergia entre todos os jatos “divididos” de combustível líquido em sua saída dos canais correspondentes de tal modo que quando eles saem, eles concorrem para a

criação, a jusante, de um jato oco único que se ajusta à parede interna de qualquer conduto de acordo com o elemento que compreende os canais (câmara de giração e depois ponteira de expulsão do combustível líquido).

Os canais atravessam o elemento e cada canal é definido notadamente por um orifício de cada lado do elemento, quer dizer por dois orifícios por canal. Geralmente, o centro dos orifícios de todos os canais situados de um lado do elemento são repartidos regularmente em um círculo do qual o centro corresponde ao eixo do elemento e do injetor. É possível portanto assim definir dois círculos situados cada um deles de um lado e de outro do elemento. Geralmente, o raio  $R$  desses dois círculos pode ser idêntico. A título de exemplo,  $R$  pode ir de 2,5 a 4,5 mm.

Se  $S$  representa a superfície de todos os canais compreendidos no elemento, então é preferido escolher a relação  $S/R$  que vai de 6 a 13 mm.

De acordo com uma característica adicional, o elemento pode ser montado, a montante do bico, de maneira estanque no conduto de admissão de combustível líquido, de preferência contra a câmara de giração.

Os termos “a jusante” e “a montante” devem ser compreendidos com referência à direção de admissão do combustível líquido.

No que diz respeito ao conduto de admissão de fluido de pulverização, ele compreende preferencialmente pelo menos um tubo cilíndrico na ponta do qual é fixado, de preferência por atarraxamento, um bloco perfurado com um orifício no qual é inserida pelo menos uma parte do bico de acordo com a invenção.

De preferência, o orifício do bloco e a parede externa da parte do bico que é inserida dentro dele são dispostos de maneira concêntrica. Essa disposição preferida pode por outro lado ser obtida pelo atarraxamento precitado suscetível de assegurar a autocentragem dos elementos descritos acima, a saber o orifício do bloco em relação à parte do bico que é inserida dentro dele.

Essa concentricidade é vantajosa na medida em que em sua ausência há um risco de formação de gotículas muito grandes do combustível líquido, do tipo óleo combustível, na periferia do jato oco, o que pode acarretar uma combustão medíocre com notadamente um risco de aumento do limite de aparecimento de monóxido de carbono.

É preferível que a face externa (parte terminal) do bico seja alinhada no plano definido pela face externa do bloco, quer dizer aquela desprovida de contato com o fluido de pulverização, e na qual desemboca o orifício. De fato, um alinhamento incorreto implica uma modificação da aerodinâmica do combustível líquido e do fluido de pulverização em sua saída de seu conduto de admissão respectivo.

De maneira vantajosa, o injetor de acordo com a invenção que acaba de ser descrito é montado de maneira estanque em um bloco feito de material refratário com o auxílio de um dispositivo de estanqueidade que compreende uma placa munida de aletas de resfriamento. Uma tal montagem estanque impede qualquer admissão de ar parasita ao nível da extremidade a jusante do injetor, ar parasita especialmente prejudicial na medida em que ele aumenta o teor em oxigênio na raiz da chama que constitui a parte mais quente dessa última.

O injetor de acordo com a invenção pode ser fixado em um suporte regulável, um bico de ventilação sendo orientado para a extremidade a jusante do injetor, mais especialmente na direção da placa precitada. O suporte é de preferência regulável em inclinação, em azimute e em translação notadamente para vir se apoiar sobre a placa do dispositivo de estanqueidade.

O bico de ventilação, no que lhe diz respeito, insufla ar, o que permite evitar um superaquecimento excessivo localmente ao nível da extremidade a jusante do injetor.

O conduto de admissão de combustível líquido pode compreender pelo menos um difusor.

O combustível líquido utilizado no âmbito da invenção é um combustível fóssil líquido correntemente utilizado nos dispositivos de combustão para aquecer as matérias vitrificáveis em um forno de fabricação de vidro. Pode por exemplo se tratar de óleo combustível pesado. O fluido de pulverização é, do mesmo modo, aquele que é encontrado de maneira usual nas instalações correntes e que serve para pulverizar o combustível líquido precitado. Isso pode por exemplo ser ar (chamado nessa caso de ar primário por oposição ao ar secundário que serve como comburente principal). Pode também ser tratar de gás natural, de oxigênio (no caso de uma oxicombustão) ou de vapor. A invenção se aplica especialmente aos combustíveis de tipo óleo combustível pesado e ela permite fazer circular vazões muito grandes (500 a 600 kg/h) desse tipo de combustível em um só injetor de acordo com a invenção.

A vazão de combustível líquido no injetor deve ser determinada a partir do tipo de forno no qual se deseja instalar o mesmo, de seus parâmetros de funcionamento tais como a tiragem, assim como da natureza do combustível líquido utilizado. Esses valores podem ser estabelecidos sem dificuldade pelo profissional que pode notadamente estabelecer ábacos realizando ensaios para isso. O profissional terá também o cuidado de escolher um estado de superfície tratado, respectivamente da câmara de giração, dos canais, e da ponteira das paredes internas, de maneira a se assegurar de um mínimo de perdas de carga devidas aos atritos do combustível líquido que varre esses mesmos elementos em grande velocidade.

O injetor de acordo com a invenção gera pouco  $\text{NO}_x$  na câmara de combustão, por exemplo um forno, seu funcionamento é assegurado com uma vazão de fluido de pulverização pequena, o que torna possível uma utilização ampla e flexível do comburente e, portanto, no final permite a obtenção de bons resultados do ponto de vista energético.

O injetor é geralmente integrado a um queimador que

compreende por outro lado uma admissão de comburente. Esse comburente pode ser ar, ar enriquecido em oxigênio ou oxigênio puro. Geralmente, o injetor é colocado sob a admissão de comburente. Para o caso em que o comburente é ar ou ar enriquecido em oxigênio, a admissão de ar é assegurada por uma abertura de seção relativamente grande, que pode notadamente ser compreendida entre 0,5 e 3 m<sup>2</sup>, vários injetores podendo ser combinados a cada admissão de ar.

A invenção é especialmente adaptada para a fabricação de vidro de alta qualidade notadamente óptica, tal como o vidro plano elaborado por flutuação, ou o vidro oco. O forno equipado com o injetor de acordo com a invenção pode emitir pouco NO<sub>x</sub>, sem medo de uma combustão redutora prejudicial eventualmente à cor do vidro.

A invenção pode notadamente completar vantajosamente as técnicas descritas nos US6047565 e WO9802386.

A figura 1 é uma vista esquemática em corte parcial de um injetor de acordo com a invenção.

A figura 2 representa um elemento de acordo com a invenção, perfurado com canais que colocam o combustível em um jato oco visto de lado em corte (figura 2a) e visto de cima (figura 2b).

A figura 3 é uma vista em corte vertical de uma parede de um forno de fabricação de vidro que compreende um injetor de acordo com a figura 1.

A figura 1 representa uma vista em corte parcial de um injetor 1 de acordo com a invenção. Esse injetor 1 é composto por duas alimentações em fluido, a saber respectivamente o conduto de admissão do combustível líquido 2 e aquele do fluido de pulverização 3.

Os condutos de admissão do combustível líquido e do fluido de pulverização precitados são respectivamente ligados, a montante do escoamento de cada um dos dois fluidos, a um circuito que provém de uma

fonte de combustível líquido e uma fonte de fluido de pulverização não representadas.

O conduto de admissão de combustível líquido 2 é constituído essencialmente por um tubo cilíndrico 21 na ponta do qual é atarraxado um bico 22. Esse último compreende em sua extremidade a jusante uma câmara de 5  
de rotação 23 de forma troncônica prolongada por uma ponteira 24 de parede interna 25 cilíndrica. O ângulo no topo teta da câmara de rotação 23 é igual a 60°.

No interior do bico 22 precitado se encontra disposto um cilindro 4 montado de maneira estanque em batente contra a câmara de rotação 23. Esse cilindro 4 é o elemento perfurado de canais oblíquos que coloca o combustível líquido sob a forma de um jato oco. O cilindro 4 compreende 10  
canais 41 uniformemente repartidos em sua circunferência e apresenta duas faces 42, 43 paralelas entre si e substancialmente perpendiculares à direção de admissão do combustível líquido simbolizada pela flecha f na figura 1, 15  
direção por outro lado idêntica àquela de admissão do fluido de pulverização.

Os canais 41 são cilíndricos, sua geratriz formando um ângulo alfa de 5° com a direção de admissão mencionada cima.

O conduto de admissão de fluido de pulverização 3, no que lhe diz respeito, é composto essencialmente por um tubo cilíndrico 31 na ponta 20  
do qual é atarraxado um bloco 32 do qual o ressalto interior 33 vem em batente contra a extremidade a jusante do tubo 31.

O bloco 32 é perfurado com um orifício 34 de forma que permite o encaixe de uma parte do bico 22. O bloco 32 apresenta também no 25  
lado do orifício 34 uma parte saliente 35 que permite por atarraxamento do bloco 32 no tubo cilíndrico 31 assegurar uma perfeita autocentragem da parede externa 26 da ponteira 24 no interior do orifício 34.

Devido a suas formas complementares, a concentricidade dos dois elementos 26, 34 precitados é perfeitamente assegurada, o que evita que

se tenha uma modificação não desejada da dispersão de tamanho das gotículas do combustível líquido em sua saída do conduto 2.

O alinhamento da parte terminal 36 do bico (face externa do bico) no plano (II) é perfeitamente realizado, esse plano II sendo aquele  
5 definido pela face externa 37 do bloco, quer dizer aquela desprovida de contato com o fluido de pulverização e na qual desemboca o orifício 34.

Uma tal disposição contribui para conservar a aerodinâmica dos dois fluidos em sua saída de seu conduto de admissão respectivo.

A figura 2 representa o cilindro 4 da figura 1 de modo mais  
10 detalhado, visto de lado em corte e visto de cima (figura 2b). É visto na figura 2b que o cilindro compreende 8 canais 20 dos quais os centros são repartidos regularmente em um círculo de raio R. Foi representado na figura 2b o orifício que emerge desses canais quer dizer o orifício que sai acima da peça, exceto para um desses canais para o qual o orifício de cima 21 é desenhado  
15 por um círculo contínuo e o orifício de baixo 22 é desenhado por um círculo em pontilhado. Todos os canais são naturalmente idênticos. A figura 2a representa o cilindro visto de lado, somente o canal nos orifícios 21 e 22 tendo sido representado. O eixo desse canal forma um ângulo alfa como eixo do próprio cilindro que corresponde à direção de admissão do combustível  
20 líquido. No âmbito da invenção, o ângulo alfa é inferior a  $10^\circ$ .

A figura 3 representa uma vista em corte vertical de uma parede de um forno de fabricação de vidro que compreende um injetor 5 de acordo com a figura 1. Nessa configuração especial, é visto que o injetor 5 compreende um suporte 6 regulável em inclinação, em azimute e em  
25 translação. Nesse suporte regulável 6 é fixado o injetor 5 que vem se apoiar contra as paredes de um bloco 7 feito de material refratário, por intermédio de uma placa 8 munida de aletas de resfriamento. O bloco 7 feito de material refratário é ele próprio montado em uma abertura da parede do forno 9.

O injetor 5 compreende também um bico de ventilação 10

orientado na direção da placa precitada.

Soa vistos finalmente dois tubos flexíveis de admissão 11, 12 ligados respectivamente às fontes de alimentação do combustível líquido e de fluido de pulverização, fontes não representadas.

5 O funcionamento do injetor vai agora ser explicado abaixo.

Na travessia do cilindro 4 o combustível líquido, trazido via o tubo cilíndrico 21, é dividido em tantos jatos individuais quantos forem os canais tangenciais 41.

10 Os jatos individuais chegam então na câmara de giração 23 vindo bater nas suas paredes, comum mínimo de perdas de carga devido ao valor do ângulo no topo teta igual a  $60^\circ$ .

15 A repartição uniforme dos canais tangenciais 41 e a inclinação alfa igual a  $5^\circ$  da geratriz em toda a circunferência do cilindro 4 de cad um desses canais têm como conseqüência uma centrifugação do conjunto dos jatos individuais contra a parede da câmara de giração 23 sem que por causa disso eles interfiram entre si.

20 Essa centrifugação ao nível da câmara de giração contribui, a jusante, para que o combustível siga uma trajetória helicoidal se colocando para isso sob a forma de um jato oco que se ajusta à parede interna 25 da ponteira 24.

25 Na saída da ponteira 24, o combustível líquido adquiriu assim uma energia mecânica máxima e, sob a influencia do fluido de pulverização, ele explode verdadeiramente em gotículas muito finas cuja dispersão de tamanho é ótima. Uma tal dispersão torna a chama proveniente do injetor e uma vez que ela foi ativada pelo comburente principal, bastante homogênea em temperatura em todo o seu comprimento.

Uma tal pulverização do combustível alonga além disso consideravelmente, para uma mesma vazão de combustível, a chama em relação a uma pulverização que seria provocada pelo mesmo injetor 1 sem

cilindro 4.

O dimensionamento do cilindro 4 deve ser realizado de tal modo para que o enchimento nunca seja realizado e que se obtenha, de acordo com a invenção, sempre um jato oco que se ajusta de maneira substancial a essa parede interna.

O injetor que acaba de ser descrito tem uma concepção simples e pouco custosa. Ele é, por outro lado, integralmente e facilmente desmontável e adaptável nas instalações já existentes.

Nas figuras, o ângulo alfa é um pouco exagerado para facilitar a compreensão.

#### EXEMPLO 1

Um forno de laço de  $144 \text{ m}^2$  (superfície do banho de vidro) equipado com queimador que compreende um veio de admissão de ar sob o qual são dispostos quatro injetores de óleo combustível líquido levado a  $130^\circ\text{C}$ . Esse queimador apresenta uma potência de 15 megawatts. Cada injetor contém um elemento de colocação em rotação do óleo combustível que compreende 8 furos com diâmetro de 23 mm dos quais o eixo forma um ângulo de  $5^\circ$  em relação à direção de admissão do óleo combustível líquido. Os eixos desses furos são dispostos em um círculo com raio de 3,75 mm. A vazão de óleo combustível total (soma das vazões que alimentam todos os injetores) era de 2000 kg/h. O ar alimentava o queimador em condições estequiométricas em relação ao óleo combustível. O  $\text{NO}_x$  medido nas fumaças era de 550 mg por  $\text{Nm}^3$ .

#### EXEMPLO 2 (comparativo)

Procede-se como para o exemplo 1 exceto que os furos tinham um eixo que forma um ângulo de  $20^\circ$  em relação à direção de admissão do óleo combustível líquido. O  $\text{NO}_x$  medido nas fumaças era de 800 mg por  $\text{Nm}^3$ .

## REIVINDICAÇÕES

1. Injetor de pulverização de combustível líquido que compreende um conduto de admissão de combustível líquido e um conduto de admissão de fluido de pulverização, o dito conduto de admissão de combustível líquido compreendendo um elemento perfurado de canais oblíquos para colocar o dito combustível sob a forma de um jato oco em rotação antes de ejeção para fora do dito injetor, caracterizado pelo fato de que a geratriz de cada um dos ditos canais forma um ângulo de menos de  $10^\circ$  com a direção de admissão do combustível líquido.

2. Injetor de acordo com a reivindicação precedente, caracterizado pelo fato de que a geratriz de cada um dos ditos canais forma um ângulo compreendido entre  $2^\circ$  e  $8^\circ$  com a direção de admissão do combustível.

3. Injetor de acordo com a reivindicação precedente, caracterizado pelo fato de que a face externa do conduto de admissão de combustível líquido está no mesmo plano que a face externa do injetor.

4. Injetor de acordo com a reivindicação precedente, caracterizado pelo fato de que o conduto de admissão de fluido de pulverização é disposto concentricamente em torno do conduto de admissão de combustível líquido, o dito conduto de admissão de combustível líquido se terminando por um bico para ejetar o combustível líquido através de sua face externa, o dito conduto de admissão de fluido de pulverização se terminando por um bloco perfurado com um orifício que ejeta o fluido de pulverização, pelo menos uma parte do bico sendo inserida no dito bloco, a face externa do bico sendo alinhada no plano da face externa do bloco e na qual desemboca o orifício.

5. Queimador caracterizado pelo fato de que ele compreende um injetor de acordo com uma das reivindicações precedentes.

6. Queimador de acordo com a reivindicação precedente,

caracterizado pelo fato de que ele compreende também uma admissão de ar ou de ar enriquecido em oxigênio de seção compreendida entre 0,5 e 3 m<sup>2</sup>.

7. Forno caracterizado pelo fato de que ele compreende um queimador de acordo com uma das duas reivindicações precedentes.

5 8. Forno de acordo com a reivindicação precedente, caracterizado pelo fato de que ele é de laço.

9. Processo de tratamento térmico de vidro fundido caracterizado pelo fato de que vidro fundido é aquecido em um forno de acordo com a reivindicação precedente.

10 10. Utilização do injetor ou do queimador de acordo com uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de que é para aquecer vidro fundido.



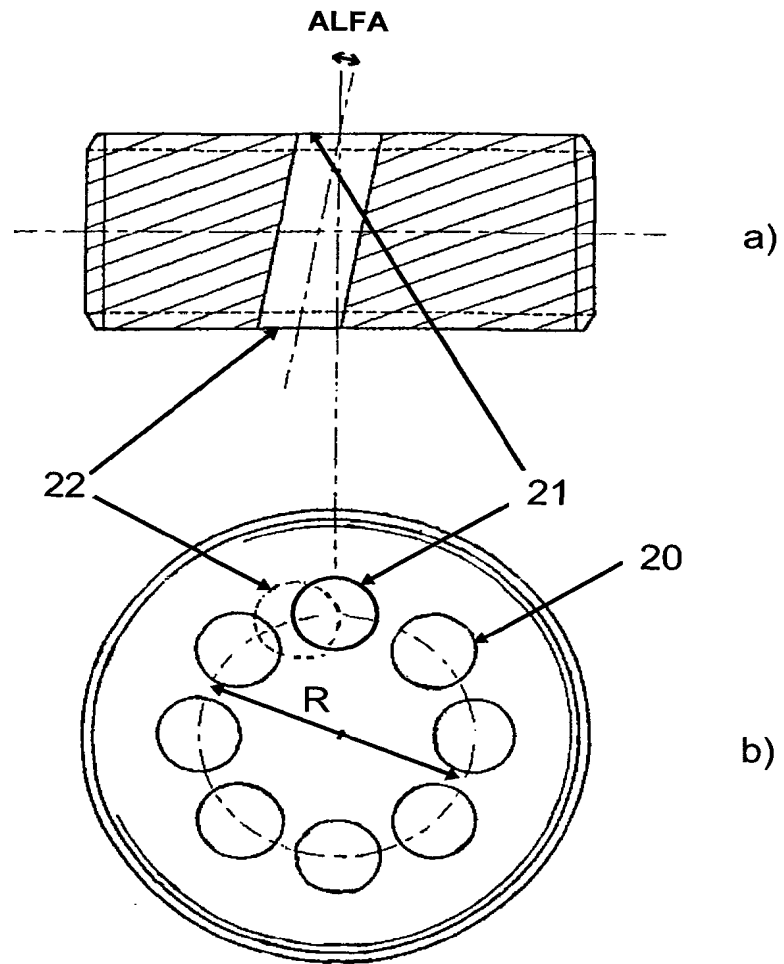


Fig 2

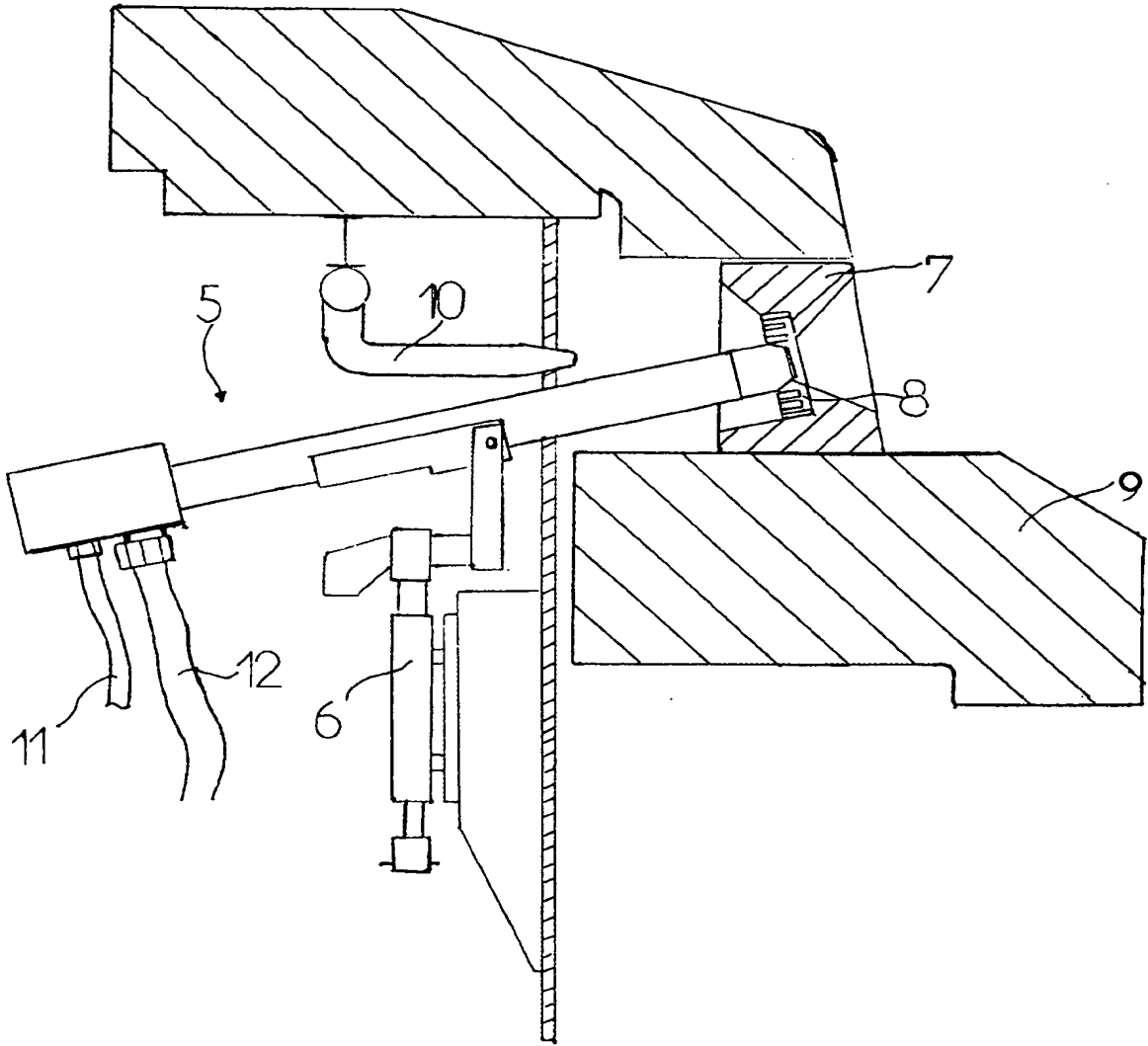


Fig 3

RESUMO

“INJETOR DE PULVERIZAÇÃO DE COMBUSTÍVEL LÍQUIDO, QUEIMADOR, FORNO, PROCESSO DE TRATAMENTO TÉRMICO DE VIDRO FUNDIDO E UTILIZAÇÃO DO INJETOR OU DO QUEIMADOR”

5                   A invenção se refere a um injetor de pulverização de combustível líquido que compreende um conduto de admissão de combustível líquido e um conduto de admissão de fluido de pulverização, o dito conduto de admissão de combustível líquido compreendendo um elemento perfurado de canais oblíquos para colocar o dito combustível sob a forma de um jato oco  
10 em rotação antes de ejeção para fora do dito injetor, a geratriz de cada um dos ditos canais formando um ângulo de menos de  $10^\circ$  com a direção de admissão do combustível líquido. O injetor é destinado a fazer parte de um queimador, notadamente para equipar os fornos para vidro. O injetor permite uma redução substancial dos  $\text{NO}_x$ .