

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2009.07.09	(73) Titular(es): RHEINKALK GMBH	
(30) Prioridade(s): 2008.07.11 DE 102008032589	AM KALKSTEIN 1 42489 WÜLFRA	DE
(43) Data de publicação do pedido: 2010.01.13	(72) Inventor(es): PER WASNER	DE
(45) Data e BPI da concessão: 2012.08.29 237/2012	(74) Mandatário: ANTÓNIO INFANTE DA CÂMARA TRIGUEIROS DE ARAGÃO	PT
	RUA DO PATROCÍNIO, Nº 94 1399-019 LISBOA	

(54) Epígrafe: **UNIDADE DE QUEIMADOR PARA COMBUSTÍVEL SÓLIDO EM PÓ**

(57) Resumo:

A INVENÇÃO REFERE-SE A UMA UNIDADE DE QUEIMADOR PARA COMBUSTÍVEL SÓLIDO EM PÓ, COM UM PRIMEIRO TUBO (3) PARA O TRANSPORTE DO COMBUSTÍVEL SÓLIDO SEGUNDO UMA PRIMEIRA DIRECÇÃO DE TRANSPORTE, SENDO QUE UM CORPO (4) DEFLECTOR PARA A DEFLEXÃO DO JACTO DE COMBUSTÍVEL SÓLIDO QUE SAI DO PRIMEIRO TUBO (3) SE ENCONTRA DISPOSTO NO PROLONGAMENTO DO PRIMEIRO TUBO (3). DE ACORDO COM A INVENÇÃO, A UNIDADE DE QUEIMADOR CARACTERIZA-SE POR O PRIMEIRO TUBO (3) APRESENTAR UM CORPO (7) DE DESVIO QUE ENVOLVE O PRIMEIRO TUBO E QUE DEFLECTE NOVAMENTE O JACTO DE COMBUSTÍVEL SÓLIDO DEFLECTIDO PELO CORPO (4) DEFLECTOR, NO ESSENCIAL, PARA A PRIMEIRA DIRECÇÃO DE TRANSPORTE. A INVENÇÃO REFERE-SE ALÉM DISSO A UMA DISPOSIÇÃO (X) DE QUEIMADOR PARA UM FORNO, EM PARTICULAR PARA UM FORNO DE CUBA ANELAR PARA A COZEDURA DE CALCÁRIO, COM UMA UNIDADE DE QUEIMADOR DESTE GÉNERO.

RESUMO

"UNIDADE DE QUEIMADOR PARA COMBUSTÍVEL SÓLIDO EM PÓ"

A invenção refere-se a uma unidade de queimador para combustível sólido em pó, com um primeiro tubo (3) para o transporte do combustível sólido segundo uma primeira direcção de transporte, sendo que um corpo (4) deflector para a deflexão do jacto de combustível sólido que sai do primeiro tubo (3) se encontra disposto no prolongamento do primeiro tubo (3). De acordo com a invenção, a unidade de queimador caracteriza-se por o primeiro tubo (3) apresentar um corpo (7) de desvio que envolve o primeiro tubo e que deflecte novamente o jacto de combustível sólido deflectido pelo corpo (4) deflector, no essencial, para a primeira direcção de transporte. A invenção refere-se além disso a uma disposição (X) de queimador para um forno, em particular para um forno de cuba anelar para a cozedura de calcário, com uma unidade de queimador deste género.

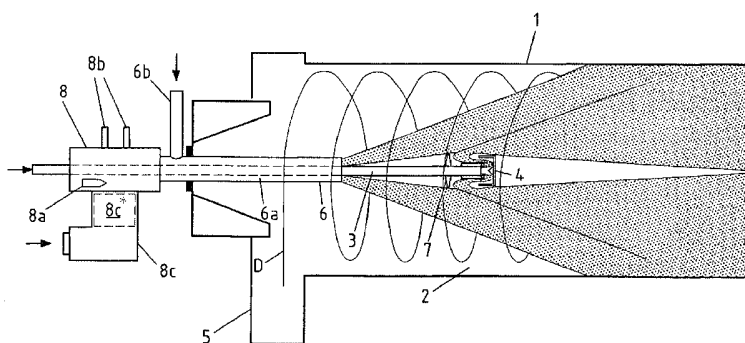


Fig. 2

DESCRIÇÃO

"UNIDADE DE QUEIMADOR PARA COMBUSTÍVEL SÓLIDO EM PÓ"

A presente invenção refere-se a uma unidade de queimador para combustível sólido em pó, com um primeiro tubo para o transporte do combustível sólido segundo uma primeira direcção de transporte, sendo que um corpo deflector para a deflexão do jacto de combustível sólido que sai do primeiro tubo se encontra disposto no prolongamento do primeiro tubo. A invenção refere-se além disso a uma disposição de queimador para um forno, em particular para um forno de cuba anelar para a cozedura de calcário.

As unidades de queimadores do tipo referido no início são conhecidas a partir do estado da técnica. De um modo preferido são utilizadas em instalações de fornos de cuba, por exemplo em fornos de cuba anelares para a cozedura de calcário. Neste caso, o desafio particular em termos processuais consiste em obter uma conversão o mais completa possível do combustível em pó - neste caso pode por exemplo tratar-se de pó de coque de petróleo - em gases quentes, de modo a poder aproveitar de forma o mais completa possível o teor energético do combustível sólido em pó.

A partir do estado da técnica é além disso conhecido deflectir o combustível sólido em pó transportado pneumáticamente, isto é, num fluxo de ar, através do primeiro tubo, para uma direcção no essencial contrária à entrada do queimador, por um corpo deflector disposto no prolongamento do tubo. O fluxo de combustível deflectido mistura-se então com um

outro fluxo de ar vindo ao encontro, de modo que é assegurada uma mistura aproximadamente completa de combustível sólido em pó e de ar de combustão e, deste modo, uma queima completa do combustível. Um tubo de transporte deste género com um corpo deflector no prolongamento do mesmo, para a mistura de combustível-ar é por exemplo conhecido a partir do documento DE 102006035174 A1 e do documento FR 2842584 A1. No caso dos queimadores aqui descritos, uma mistura de pó de coque de petróleo e de ar primário, após sair da lança do queimador, é deflectida num deflector de fluxo em forma de C na secção transversal e misturada com ar secundário insuflado tangencialmente para dentro da câmara de combustão, sendo que a mistura que se origina neste caso, de ar secundário colocado a rodopiar através de insuflação tangencial, de pó de coque de petróleo e de ar primário é transportada na direcção da saída da câmara de combustão, sendo que é convertida completamente em gases quentes.

A partir da prática é conhecida uma outra construção de um queimador, na qual o primeiro tubo para o transporte do combustível sólido está envolvido por um segundo tubo disposto coaxialmente, através do qual o ar secundário é transportado paralelamente em relação ao combustível, ar secundário esse que se mistura intensamente com o jacto de combustível sólido deflectido pelo corpo deflector, aquando da incidência no mesmo. Em particular no caso desta construção de um queimador demonstrou-se na prática que o jacto de combustível sólido reflectido pelo corpo deflector retorna frequentemente para dentro do tubo envolvente e aí provoca deposições que a longo prazo provocam um fecho deste tubo.

Por este motivo, a presente invenção tem como objectivo subjacente o de colocar à disposição uma unidade de queimador para combustível sólido em pó, do tipo referido no início, que assegura a conversão completa do combustível em pó em gases quentes. A unidade de queimador deve além disso poder ser operada com custos de manutenção reduzidos, na medida em que por exemplo o problema conhecido a partir do estado da técnica, da formação de deposições do combustível em pó reflectido é evitado construtivamente.

O objectivo colocado é solucionado com uma unidade de queimador para combustível sólido em pó de acordo com o conceito genérico da reivindicação 1, pelo facto de o primeiro tubo apresentar um corpo de desvio que envolve o primeiro tubo e que deflecte novamente o jacto de combustível sólido deflectido pelo corpo deflector, no essencial, para a primeira direcção de transporte.

A vantagem particular da unidade de queimador de acordo com a invenção consiste no facto de, por um lado, se poder manter o princípio da deflexão do jacto de combustível, o qual se evidenciou como extremamente eficaz no que diz respeito a uma mistura intensa do combustível em pó com o ar de combustão. Por outro lado, através da utilização do corpo de desvio que envolve o primeiro tubo é assegurado que o jacto de combustível sofre a nova alteração de direcção pretendida, sem que exista no entanto o risco de que partes do jacto de combustível retornem para dentro da unidade de queimador e aí se depositem, o que está associado ao problema conhecido.

O corpo de desvio pode assumir todas as formas geométricas que asseguram que o jacto de combustível sólido em primeiro

lugar deflectido pelo corpo deflector seja novamente deflectido para a primeira direcção de transporte, sem que a aerodinâmica da construção seja alterada significativamente no seu todo, em particular aquando da montagem numa correspondente caixa do queimador.

Em particular, no caso da utilização de um primeiro tubo com uma secção transversal circular, o corpo de desvio é configurado, de um modo preferido, em forma de anel.

De acordo com uma outra configuração vantajosa da invenção, o primeiro tubo está envolvido coaxialmente por pelo menos um segundo tubo, com formação de um canal anelar para o transporte de ar de combustão, sendo que a extremidade livre do segundo tubo se encontra deslocada axialmente para trás em relação à extremidade livre do primeiro tubo, sendo que o corpo de desvio se encontra disposto na secção de tubo do primeiro tubo, saliente em relação à extremidade livre do segundo tubo. Através desta disposição é criado um cone de ar de combustão que envolve o jacto de combustível que sai do primeiro tubo, e que, por um lado, possibilita, em primeiro lugar, uma separação espacial do jacto de combustível sólido em relação ao revestimento com tijolos que envolve o compartimento de combustão, no qual se encontra disposta a unidade de queimador, sendo que no decorrer subsequente é efectuada uma mistura intensa do ar de combustão que sai do segundo tubo com o jacto de combustível sólido, a qual é condição prévia para uma conversão completa do combustível sólido em pó em gases quentes.

Devido ao facto de a extremidade livre do segundo tubo se encontrar deslocada axialmente para trás em relação à extremidade livre do primeiro tubo e o corpo de desvio se

encontrar disposto na secção de tubo do primeiro tubo, saliente em relação à extremidade livre do segundo tubo, evita-se eficazmente em particular o retorno do combustível sólido que sai do primeiro tubo, para dentro do segundo tubo, o que provocaria a conhecida formação de deposições.

O ar de combustão pode por exemplo ser introduzido no segundo tubo através de uma conduta de alimentação no essencial radial.

De acordo com uma outra configuração vantajosa da invenção, um compartimento de combustão, no qual se encontra disposto um queimador piloto accionado por gás, está previsto a montante do segundo tubo segundo a direcção de fluxo. Por meio deste queimador piloto, aquando do arranque do forno alimentado pela unidade de queimador, pode ser disponibilizada energia térmica adicional que é necessária para possibilitar uma ignição do combustível sólido em pó que entra na câmara de combustão. Para este efeito, ao compartimento de combustão, no qual se encontra disposto o queimador piloto, pode ser aduzido ar de combustão primário através de uma conduta que desemboca no compartimento de combustão, sendo que uma válvula de estrangulamento se encontra disposta na conduta, de modo a poder controlar exactamente a queima do gás igualmente aduzido, por exemplo propano, e deste modo indirectamente a temperatura do combustível sólido em pó.

Quando se tem formada uma chama estável do queimador, na qual o combustível sólido em pó é convertido completamente em gases quentes, então o queimador piloto pode ser desligado, uma vez que a própria chama, como também a radiação térmica do revestimento com tijolos refractários do forno fornecem

suficiente energia térmica para um funcionamento estável do queimador.

De um modo preferido, os gases de combustão do queimador piloto são evacuados para fora do compartimento de combustão através do segundo tubo que envolve o primeiro tubo. De um modo correspondente, de acordo com uma outra configuração da invenção, o compartimento de combustão está ligado ao segundo tubo, de modo que os gases do queimador podem ser introduzidos no segundo tubo e saem deste juntamente com o ar de combustão para dentro de uma câmara de combustão.

Um outro aspecto da presente invenção refere-se a uma disposição de queimador para um forno, em particular para um forno de cuba anelar para a cozedura de calcário, com uma caixa do queimador que define uma câmara de combustão e com uma unidade de queimador de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7.

Para as vantagens de uma disposição de queimador deste género é correspondentemente válido o dito anteriormente. Em particular é disponibilizada uma disposição de queimador potente e de rendimento eficiente que assegura um funcionamento contínuo sem perturbações num forno, em particular num forno de cuba anelar para a cozedura de calcário.

A câmara de combustão da disposição de queimador pode assumir as mais diferentes geometrias. De um modo preferido, ela é no entanto configurada no essencial de forma cilíndrica, sendo que a unidade de queimador se encontra disposta no essencial coaxialmente na câmara de combustão.

De acordo com uma outra configuração da invenção, a caixa do queimador compreende uma caixa em espiral, na qual desemboca tangencialmente uma conduta de ar de combustão. Esta caixa em espiral disposta, de um modo preferido, a montante da câmara de combustão segundo a direcção de fluxo do combustível sólido em pó e do ar de combustão, faz com que o ar de combustão aí introduzido seja colocado a rodopiar e entre sob esta forma na câmara de combustão, onde, devido ao seu rodopio, se mistura intensamente com o combustível sólido em pó e outro ar de combustão eventualmente existente. Neste contexto pode também estar previsto que a caixa em espiral se encontre disposta de forma deslocada para trás em relação à extremidade livre do primeiro tubo, segundo a direcção de propagação da chama do queimador.

No que se segue, a invenção é explicada mais ao pormenor com base num exemplo de realização. Mostram:

Figura 1 uma disposição de queimador conhecida a partir do estado da técnica,

Figura 2 uma disposição de queimador para um forno de cuba anelar para a cozedura de calcário e

Figura 3 um forno de cuba anelar para a cozedura de calcário, com disposições de queimadores de acordo com a figura 2.

Na figura 1 encontra-se representada uma disposição de queimador conhecida a partir do estado da técnica. A disposição de queimador compreende uma caixa 100 do queimador com uma câmara 200 de combustão com simetria de rotação que em primeiro

lugar se alarga conicamente segundo a direcção de transporte do combustível ou segundo a direcção de propagação da chama e em seguida se estreita novamente conicamente em forma de bico até à saída do queimador. Através de um tubo 300 central disposto coaxialmente com a câmara 200 de combustão, o combustível sólido em pó é transportado pneumaticamente e sai do tubo 300 central na extremidade 300a livre do mesmo. Depois disto, o combustível sólido em pó incide num deflector 400 de fluxo, através do qual o jacto de combustível é no essencial deflectido em 180° a partir da sua direcção de fluxo original.

O ar de combustão secundário insuflado para dentro da câmara 200 de combustão na sua extremidade fechada, através de uma conduta 500 de alimentação disposta tangencialmente em relação à câmara 200 de combustão, é colocado a rodopiar na câmara 200 de combustão, tal como se encontra indicado através da linha S em espiral. O ar de combustão secundário colocado a rodopiar mistura-se então com o jacto de combustível reflectido, sendo que se efectua uma mistura específica, de modo que uma quantidade de pó fortemente enriquecida com ar escoar através da câmara 200 de combustão na direcção da sua saída e transita na chama B do queimador. Adicionalmente ao ar de combustão secundário, é ainda introduzido um ar de combustão terciário, progressivamente na câmara 200 de combustão através de vários bicos 600 dispostos tangencialmente, de modo a apoiar o fluxo colocado a rodopiar na câmara 200 de combustão.

No caso desta construção conhecida a partir do estado da técnica ocorre sempre de novo que o jacto de combustível deflectido pelo deflector 400 de fluxo não é capturado completamente pelo fluxo colocado a rodopiar de ar secundário e não é novamente conduzido na direcção da saída do queimador, mas

antes provoca deposições na câmara 200 de combustão, o que exige trabalhos de limpeza regulares.

Na figura 2 encontra-se representada uma disposição X de queimador aperfeiçoada em relação a essa, que pode por exemplo ser utilizada num forno de cuba anelar para a cozedura de calcário. A disposição X de queimador compreende novamente uma caixa 1 que envolve uma câmara 2 de combustão cilíndrica no presente caso. Um primeiro tubo 3 para o transporte de um combustível sólido em pó, pó de coque de petróleo no presente caso, projecta-se, no essencial, coaxialmente para dentro da câmara 2 de combustão cilíndrica. Um corpo 4 deflector para a deflexão do jacto de combustível sólido que sai do primeiro tubo 3 encontra-se disposto no prolongamento do primeiro tubo 3, corpo deflector esse que no presente caso apresenta aproximadamente a forma de um "E" reflectido. Outras formas geométricas do corpo deflector são também concebíveis, por exemplo a de um "C" reflectido, ou semelhantes.

No caso da disposição de queimador da figura 2, o primeiro tubo 3 está envolvido coaxialmente por um segundo tubo 6, ao longo de um determinado comprimento. Através do canal 6a anelar que se forma neste caso pode ser conduzido ar de combustão, o assim chamado ar secundário, que é aduzido ao tubo através de uma conduta 6b de alimentação radial.

Como se pode depreender a partir da figura 2, a extremidade livre do segundo tubo 6 encontra-se deslocada para trás em relação à extremidade livre do primeiro tubo 3. Na correspondente secção saliente do primeiro tubo 3, na proximidade relativa do corpo 4 deflector, encontra-se disposto

um corpo 7 de desvio em forma de anel no presente caso, cuja função será ainda explicada mais ao pormenor mais adiante.

A disposição X de queimador da figura 2 compreende além disso um compartimento 8 de combustão disposto a montante da caixa do queimador segundo a direcção de fluxo do combustível, no qual se encontra disposto um queimador 8a piloto para combustível gasoso, por exemplo gás propano. De um modo correspondente estão previstas condutas 8b de alimentação para o abastecimento com combustível gasoso de igual modo como uma conduta 8c de alimentação de ar de combustão, na qual o caudal volúmico pode ser regulado por meio de uma válvula 8c* de estrangulamento.

O compartimento 8 de combustão está ligado ao segundo tubo 6 no lado frontal de tal modo que os gases de combustão do queimador 8a piloto podem entrar directamente no canal anelar do segundo tubo e assim entram com o ar de combustão introduzido no segundo tubo através da conduta 6b de alimentação, na câmara 2 de combustão.

Na extremidade da caixa 1 do queimador, traseira quando observada segundo a direcção de transporte do combustível sólido em pó, encontra-se disposta uma caixa 5 em espiral, através da qual uma mistura de ar de combustão e de gás de combustão recirculado pode ser introduzida tangencialmente com um caudal volúmico muito elevado.

O modo de funcionamento da disposição X de queimador de acordo com a figura 2 é o seguinte:

Uma mistura do combustível sólido em pó e de um fluxo de ar de transporte é introduzida no primeiro tubo 3 através da sua extremidade traseira e transportada através do primeiro tubo 3 para dentro da câmara 2 de combustão. O combustível sólido em pó sai então na extremidade livre do tubo 3 e embate contra o corpo 4 deflector, facto pelo qual é deflectido em aproximadamente 180° para a direcção contrária. O jacto de combustível de tal modo deflectido é agora novamente deflectido no corpo 7 de desvio, que se encontra disposto na secção de tubo do primeiro tubo 3, saliente em relação ao segundo tubo 6, de modo que escoar novamente no essencial segundo a direcção de transporte original, apresentando neste caso no entanto um perfil de fluxo muito divergente.

O fluxo de ar de combustão introduzido no canal 6a anelar do segundo tubo 6 através da conduta 6b de alimentação radial entra na câmara 2 de combustão, num fluxo divergente em forma de cone que inclui em primeiro lugar o jacto de combustível sólido duas vezes deflectido. Durante o funcionamento de arranque do forno, o queimador 8a piloto de gás disposto no compartimento 8 de combustão é operado adicionalmente, de modo a disponibilizar a energia térmica necessária para a ignição do combustível sólido. Os gases quentes do queimador 8a piloto entram então, juntamente com o ar de combustão, na câmara 2 de combustão. Durante o funcionamento estacionário da disposição X de queimador, o queimador 8a piloto pode ser novamente desligado.

O caudal volúmico do ar de combustão que sai do segundo tubo perfaz apenas uma fracção do ar de injeção que entra tangencialmente através da caixa 5 em espiral e que é constituído por uma mistura de ar propulsor pré-aquecido e de gás de combustão recirculado do forno, como será ainda explicado

mais ao pormenor em contexto com a figura 3. Devido à configuração geométrica da caixa 5 em espiral, o ar de injeção entra com um forte rodopio na câmara 2 de combustão, tal como se encontra indicado através da linha D em espiral. Na câmara 2 de combustão, o ar de injeção colocado a rodopiar, o ar de combustão (secundário) que sai do segundo tubo 6 e o combustível sólido em pó que sai do primeiro tubo 3, após a sua dupla deflexão para a extremidade aberta não representada da câmara 2 de combustão, são intensamente misturados, sendo que o combustível sólido em pó se inflama e é convertido completamente em gases quentes.

A integração de uma disposição de queimador deste género num forno de cuba anelar para a cozedura de calcário encontra-se representada na figura 3. O forno de cuba anelar da figura 3 é construído de acordo com o tipo de construção "Beckenbach" e deve ser descrito resumidamente, tendo por finalidade a compreensão de princípio.

O forno apresenta um revestimento exterior cilíndrico que se divide numa cuba 20 superior, bem como numa cuba 10 principal. A parede de cuba interior da cuba 10 principal é formada por um cilindro 30 interior inferior, e a da cuba 20 superior é formada por um cilindro 40 interior superior. Na zona BZ de combustão, uma multiplicidade de disposições X de queimadores do tipo descrito em contexto com a figura 2 encontram-se dispostas num plano inferior de queimadores, das quais uma é visível no presente desenho em corte.

Durante o funcionamento do forno de cuba anelar, o material G granulado a ser cozido é introduzido no forno de cuba anelar e desloca-se, condicionado pela gravidade, em primeiro lugar

através da zona VZ de pré-aquecimento, onde é aquecido no fluxo contrário através dos gases de combustão que sobem a partir da zona BZ de combustão. Logo que o material G de cozedura tenha passado o cilindro 40 interior superior, entra na zona BZ de combustão e é aí cozido em primeiro lugar no fluxo contrário e, por debaixo do plano inferior de queimadores, no fluxo paralelo. Em seguida, o material G* agora cozido entra na zona KZ de arrefecimento, onde é arrefecido, novamente no fluxo contrário. Finalmente, o material G* é transportado para fora do forno de cuba anelar.

Como se pode reconhecer na figura 3, na zona VZ de pré-aquecimento da cuba 20 superior, um fluxo parcial de gases de combustão entra no cilindro 40 interior superior e chega daí a uma unidade 70 de recuperador, onde aquece um fluxo de ar propulsor. Este alimenta os assim chamados injectores 50 ligados às disposições X de queimadores, juntamente com um fluxo parcial de gases de combustão que por sua vez entra nos injectores 50 através do cilindro 30 interior inferior. Por este meio são obtidos os caudais volúmicos e temperaturas elevados exigidos para a alimentação das disposições X de queimadores.

Lisboa, 23 de Novembro de 2012

REIVINDICAÇÕES

1. Unidade de queimador para combustível sólido em pó, com um primeiro tubo (3) para o transporte do combustível sólido segundo uma primeira direcção de transporte, sendo que um corpo (4) deflector para a deflexão do jacto de combustível sólido que sai do primeiro tubo (3) se encontra disposto no prolongamento do primeiro tubo (3), caracterizada por o primeiro tubo (3) apresentar um corpo (7) de desvio que envolve o primeiro tubo e que deflecte novamente o jacto de combustível sólido deflectido pelo corpo (4) deflector, no essencial, para a primeira direcção de transporte.
2. Unidade de queimador de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por o corpo (7) de desvio ser configurado em forma de anel.
3. Unidade de queimador de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizada por o primeiro tubo (3) estar envolvido coaxialmente por pelo menos um segundo tubo (6), com formação de um canal (6a) anelar para o transporte de ar de combustão, sendo que a extremidade livre do segundo tubo (6) se encontra deslocada axialmente para trás em relação à extremidade livre do primeiro tubo (3), sendo que o corpo (7) de desvio se encontra disposto na secção de tubo do primeiro tubo (3), saliente em relação à extremidade livre do segundo tubo (6).
4. Unidade de queimador de acordo com a reivindicação 3, caracterizada por o segundo tubo (6) apresentar uma conduta

(6b) de alimentação no essencial radial para a introdução do ar de combustão no segundo tubo (6).

5. Unidade de queimador de acordo com a reivindicação 3 ou 4, caracterizada por um compartimento (8) de combustão, no qual se encontra disposto um queimador (8a) piloto accionado por gás, estar previsto a montante do segundo tubo (6) segundo a direcção de fluxo.
6. Unidade de queimador de acordo com a reivindicação 5, caracterizada por uma conduta (8c) para ar de combustão para o queimador (8a) piloto desembocar no compartimento de combustão, sendo que uma válvula (8c*) de estrangulamento se encontra disposta na conduta (8c).
7. Unidade de queimador de acordo com a reivindicação 5 ou 6, caracterizada por o compartimento (8) de combustão estar ligado ao segundo tubo (6) para a introdução dos gases de combustão do queimador no segundo tubo (6).
8. Disposição (X) de queimador para um forno, em particular para um forno de cuba anelar para a cozedura de calcário, com uma caixa (1) do queimador que define uma câmara (2) de combustão e com uma unidade de queimador de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7.
9. Disposição de queimador de acordo com a reivindicação 8, caracterizada por a câmara (2) de combustão ser configurada no essencial de forma cilíndrica, sendo que a unidade de queimador se encontra disposta no essencial coaxialmente na câmara (2) de combustão.

10. Disposição de queimador de acordo com a reivindicação 8 ou 9, caracterizada por a caixa (1) do queimador compreender uma caixa (5) em espiral, na qual desemboca tangencialmente uma conduta de ar de combustão.
11. Disposição de queimador de acordo com a reivindicação 10, caracterizada por a caixa (5) em espiral se encontrar disposta a montante da câmara (2) de combustão segundo a direcção de fluxo do combustível sólido em pó.

Lisboa, 22 de Novembro de 2012

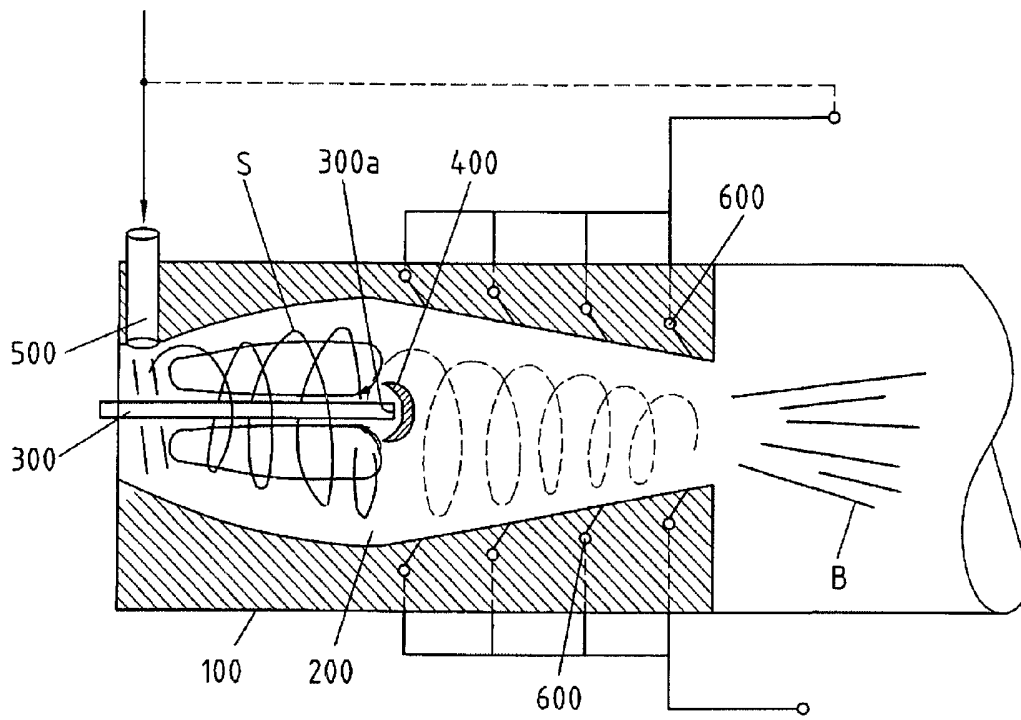


Fig. 1
(Estado da técnica)

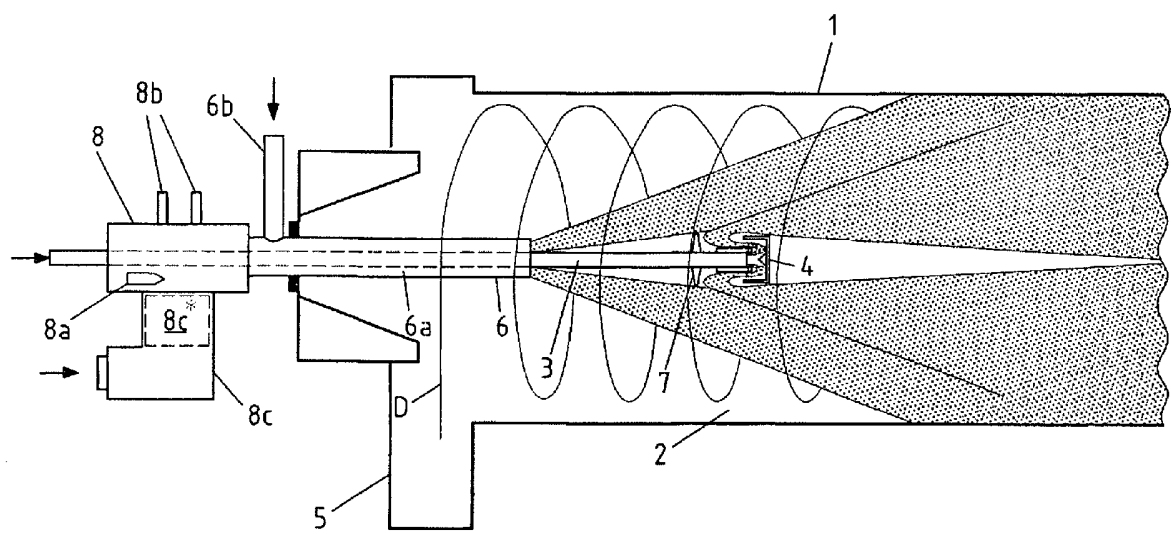


Fig. 2

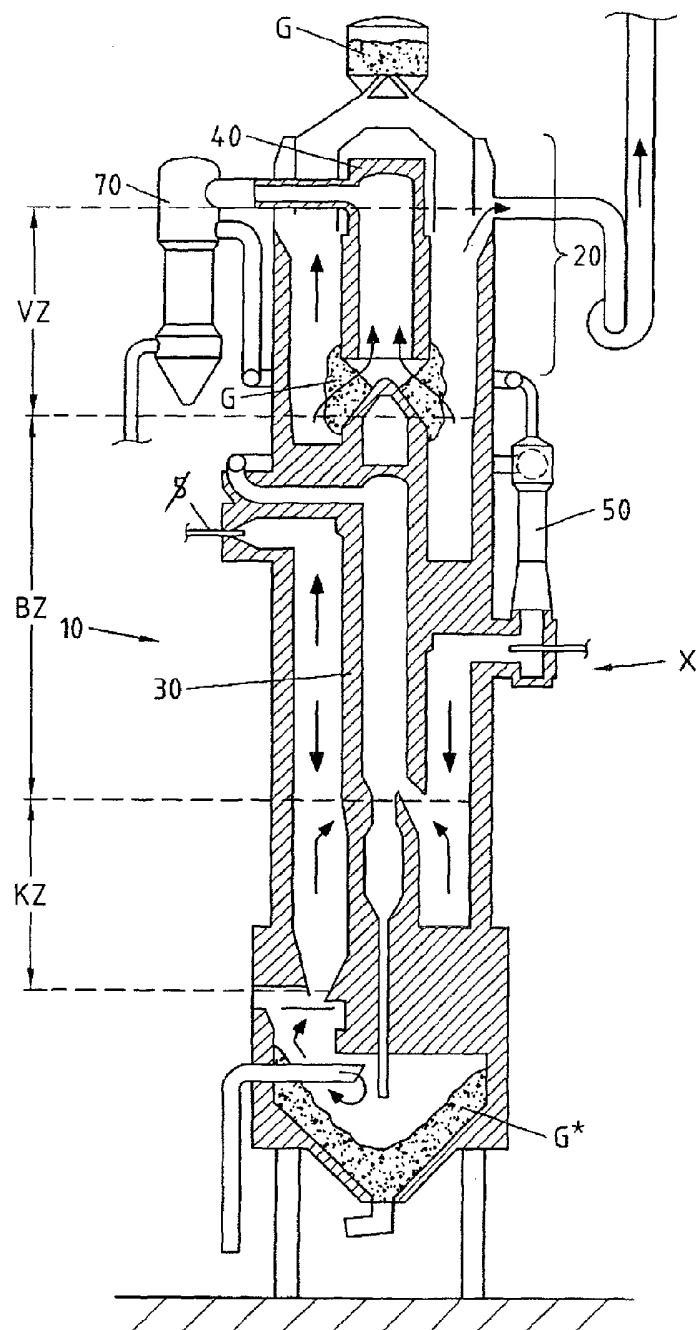


Fig. 3