



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

(11) PI 1011390-8 B1



(22) Data do Depósito: 14/04/2010

(45) Data de Concessão: 13/10/2020

(54) Título: MÉTODO DE DIMINUIR QUANTIDADE DE ÓXIDOS DE NITROGÊNIO GERADOS NA COMBUSTÃO DE COMBUSTÍVEIS E AR DOS GASES DE COMBUSTÃO DE UMA CALDEIRA E CALDEIRA

(51) Int.Cl.: B01D 53/56; F23J 15/00.

(30) Prioridade Unionista: 15/04/2009 FI 20090141.

(73) Titular(es): ANDRITZ OY.

(72) Inventor(es): PASI MIIKKULAINEN; LAURI PAKARINEN.

(86) Pedido PCT: PCT FI2010050298 de 14/04/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/119177 de 21/10/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 17/10/2011

(57) Resumo: MÉTODO DE REDUZIR EMISSÕES DE GÁS DE COMBUSTÃO E UMA CALDEIRA. A presente invenção refere-se a um método e uma caldeira para diminuir a quantidade de óxidos de nitrogênio em gases de combustão de uma caldeira, cujos gases de combustão são gerados na combustão de combustíveis e ar. A caldeira tem um sistema de circulação de água com prendendo superaquecedores e um forno para combustão de combustível e para gerar gases de combustão que contêm óxido de nitrogênio, cujos gases de combustão fluem principalmente para cima no forno e adicionalmente para uma zona de superaquecimento e por meio de outras superfícies de recuperação de calor da caldeira para fora da caldeira, e um agente para reduzir óxidos de nitrogênio é introduzido nos gases de combustão. É essencial que o agente de redução de óxidos de nitrogênio seja introduzido nos gases de combustão antes da zona de superaquecimento, antes que a temperatura dos gases de combustão seja diminuída por meio de pelo menos um permutador de calor que está localizado no fluxo de gás combustível e montante de introdução do agente de redução, para obter uma janela de temperatura adequada no fluxo de gás de combustão a fim de (...).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO DE DIMINUIR QUANTIDADE DE ÓXIDOS DE NITROGÊNIO GERADOS NA COMBUSTÃO DE COMBUSTÍVEIS E AR DOS GASES DE COMBUSTÃO DE UMA CALDEIRA E CALDEIRA"**.

[0001] A presente invenção refere-se a um método de diminuir uma quantidade de óxidos de nitrogênio dos gases de combustão de uma caldeira, cujos óxidos de nitrogênio são gerados na combustão de combustíveis e ar ou outro gás contendo oxigênio. A invenção também se refere a uma caldeira que gera vapor.

[0002] Gases de combustão de caldeiras que geram vapor, tal como uma caldeira de recuperação de uma fábrica de polpa química, são levados do forno em contato com vários permutadores de calor, superaquecedores, banco de caldeira e preaquecedores de água da caldeira, onde o calor contido nos gases é recuperado na água, vapor ou mistura dos mesmos que fluem nos permutadores de calor. O banco de caldeira se refere a um permutador de calor compreendendo elementos de troca de calor, dentro do qual flui a água da caldeira a ser aquecida. O economizador (preaquecedor) da caldeira se refere a um permutador de calor compreendendo elementos de troca de calor, dentro do qual flui a água de alimentação de caldeira a ser aquecida. O espaço livre para o fluxo de gás de combustão permanece no banco de caldeira e o economizador entre os elementos de permutador de calor. Quando o gás de combustão passa pelos elementos de permutador de calor, o calor é transferido para a água de alimentação ou água da caldeira que flui dentro dos elementos. A partir do economizador os gases de combustão da caldeira são levados em uma maneira conhecida per se, por meio de um conduto de descarga de gás de combustão para purificação de gás depois da caldeira, tal como um precipitador eletrostático.

[0003] A figura 1 ilustra a construção de uma caldeira de recupe-

ração química tendo um forno 1 definido por paredes de tubo de água: parede dianteira 2, paredes laterais 3 e parede traseira 4, bem como uma parte inferior 5 formada de tubos de água. O ar de combustão é alimentado no forno a partir de vários níveis diferentes como ar primário, secundário e terciário. Podem também existir outros níveis de ar. O líquido residual, tal como licor negro, é levado por meio de bocais 6 localizados entre as zonas de ar secundária e terciária. Durante a combustão, o líquido residual forma um leito de resíduos fundidos ("smelt") na parte inferior 5 do forno, a partir de onde o smelt é descarregado por meio de um bico de saída de smelt 7 adaptado na parte inferior do forno.

[0004] Acima do forno, as superfícies de recuperação de calor, isto é superaquecedores 8 são fornecidos, e os permutadores de calor, um banco de caldeira 9 e economizadores 10 seguem os superaquecedores localizados acima do forno e são posicionados no lado da parede traseira 4. O calor gerado no forno é recuperado no dito banco de caldeira e economizadores. Nos bancos de caldeira 9, água em temperatura saturada é fervida parcialmente em vapor, e em preaquecedores de água de alimentação 10 a água é aquecida por meio de gás de combustão antes de levar a água para a parte que gera vapor 9 e as partes de superaquecimento 8 da caldeira. Nos superaquecedores, o vapor saturado é aquecido para gerar vapor a uma temperatura mais alta. O assim chamado bullnose (ponta arredondada) é marcado com o numeral de referência 14.

[0005] A circulação de água/vapor da caldeira está disposta por meio de circulação natural, onde a mistura de água/vapor formada nos tubos de água das paredes e do fundo do forno sobe por meio de tubos de coleta em um tambor de vapor 11 que está localizado transversal com relação à caldeira, isto é paralelo à parede dianteira 2. A água quente flui do tambor de vapor por meio de tubos de descida 12 para

dentro de uma tubulação 13 no fundo, de onde a água é distribuída nos tubos de água de fundo e ainda dentro das paredes de tubo de água.

[0006] Caldeira de recuperação de licor residual é convencionalmente formada das seguintes partes principais, que são ilustradas esquematicamente na figura 1:

- uma parte inferior 16 do forno, onde a combustão do licor residual ocorre principalmente.

- uma parte média 17 do forno, onde a combustão final de substâncias combustíveis gasosas ocorre principalmente.

- uma parte superior 18 do forno.

- uma zona de superaquecimento 8, em que o vapor saturado que sai do tambor de vapor 11 é transformado em vapor (superaquecido) tendo uma temperatura mais alta. Na zona de superaquecimento ou a montante da mesma é frequentemente fornecido um assim chamado sistema de tubo de tela 15 que normalmente ferve água.

- um banco de caldeira 9, isto é, vaporizador de água, em que a água a uma temperatura saturada é parcialmente fervida em vapor.

- preaquecedores de água de alimentação, isto é assim chamados economizadores 10, em que a água de alimentação que flui nos elementos de transferência de calor é preaquecida por meio de gases de combustão antes de levar a água para o tambor 11 e as partes de geração de vapor 9 e as partes de superaquecimento 8 da caldeira.

- um tambor (ou tambor de vapor) 11 com água na parte inferior e vapor saturado na parte superior. Algumas caldeiras têm dois tambores: um tambor de vapor (tambor superior) e um tambor de água (tambor inferior), entre os quais um elemento de transferência de calor, os assim chamados de tubos de caldeira para ferver a água são forne-

cidos.

[0007] Um bullnose, onde a caldeira se estreita e que é uma área limite comum entre o forno e as superfícies de recuperação de calor, está localizado na parte superior do forno na parede traseira da caldeira. O bullnose é formado de um recesso na parede traseira da caldeira, cujo recesso está direcionado para a parede dianteira da caldeira. Assim, o bullnose compreende uma parte de parede inferior que é tipicamente direcionada diagonalmente a partir da parede traseira para a parede dianteira da caldeira, uma parte de parede superior que está direcionada da parede dianteira da caldeira diagonalmente para a parede traseira e um arco ou ponta bullnose que combina estas. O propósito da área bullnose é proteger o superaquecedor contra radiação de calor direta do forno e para auxiliar o gás de combustão fluindo para cima em girar em torno do canto para o conduto de descarga de gás de combustão da caldeira de modo que os gases fluam uniformemente pelas superfícies de recuperação de calor. A assim chamada profundidade do bullnose, que desempenha uma parte importante em guiar o fluxo de gás de combustão para dentro da parte superior do forno, é, por exemplo, em caldeiras de tambor único, tipicamente 40-50% da profundidade total do forno, que significa o comprimento horizontal da parede lateral do forno.

[0008] Muitas caldeiras de recuperação são fornecidas adicionalmente com tubos de tela a montante dos superaquecedores na direção de fluxo de gás de modo tipicamente horizontal na parte mais profunda do bullnose. Tipicamente, uma mistura saturada de água e vapor flui nos tubos de tela, que são conectados à circulação de água da caldeira. O propósito da tela é resfriar os gases de combustão até certo ponto antes que eles entrem na zona de superaquecimento, para impedir a radiação de calor do forno para os tubos de superaquecedores e para reter uma parte de assim chamadas partículas de transfe-

rência que escapam do forno.

[0009] Uma quantidade abundante de gases de combustão contendo várias impurezas, tais como óxidos de nitrogênio, são gerados na combustão de vários combustíveis, tal como licor negro. Durante a combustão, é gerado óxido de nitrogênio de uma parte de nitrogênio arrastada em ar e combustível, em quanto o resto do nitrogênio sai como nitrogênio molecular (N_2) e como pequenas quantidades de compostos perigosos tais como óxido de dinitrogênio (N_2O), amônia (NH_3) e cianeto de hidrogênio (HCN). Óxidos de nitrogênio são formados por meio de várias vias, dependendo das condições e combustíveis.

[0010] O propósito de métodos para remover óxidos de nitrogênio é minimizar as emissões de óxido de nitrogênio poluentes e assim maximizar a parte de nitrogênio molecular N_2 inofensivo, mantendo simultaneamente as emissões de todos os outros compostos perigosos em um nível baixo. Os métodos de remoção de nitrogênio típicos incluem gradação de combustível, gradação de ar, e redução não catalítica seletiva, SNCR.

[0011] A redução não catalítica seletiva é a redução de óxido de nitrogênio gerado em combustão em adição a um reagente, tal como amônia. A eficiência do método é influenciada por condições de operação, a composição do combustível e o reagente presente. Assim, esta técnica forneceu modalidades conhecidas, compreendendo um processo pobre em combustível usando amônia, patente US 3.900.554, um processo rico em combustível usando amônia patente US 4.325.924 e um processo rico em combustível usando ureia patente US 4.335.084.

[0012] Variações de SNCR compreendem a adição de um agente redutor por meio de vários fluxos, por exemplo, com nova queima de combustível com ar ou sozinho. A operação de cada variação é limitada a condições precisamente determinadas. Na ausência de monóxido

de carbono (CO) SNCR pobre em combustível opera em faixas de 1100 – 1400 K (827-1127°C), enquanto a SNCR rica em combustível opera em temperaturas mais altas. No entanto, o monóxido de carbono está presente em quase todos os processos que utilizam o método de SNCR, e o resultado prejudicial do mesmo é o deslocamento e estreitamento de janelas de temperatura. Condições ótimas para SNCR são difíceis de criar em vários aparelhos de combustão.

[00013] A patente US 5.820.838 descreve uma caldeira de leito fluidificado circulante, onde os tubos de transferência de calor, tais como tubos-ômega, são instalados no fluxo de gás de combustão. Na solução, meios para injetar um agente que reage com óxidos de nitrogênio (por exemplo, amônia ou ureia) são integrados nos tubos-ômega. O objetivo é obter resfriamento adequado do agente de redução a uma temperatura baixa, por exemplo, 100-600°C, enquanto injeta de modo que o agente de redução não se decompõe. No entanto, nesta patente nenhuma atenção foi prestada na criação de uma janela de temperatura adequada entre o óxido de nitrogênio e o agente de redução.

[00014] A diminuição de conteúdos de NO_x em caldeiras de recuperação já foi aplicada por métodos baseados em técnica de gradação ou SNCR usando i) "ar quaternário" na parte superior da caldeira de recuperação em um alto nível, em uma modalidade do qual é adicionada amônia arrastada no dito ar (WO 97/21869), ii) "gradação de ar vertical" [FI101420 B], onde os jatos de ar são alimentados no forno da caldeira de recuperação por meio de bocais localizados em várias elevações verticais, iii) "Mitsubishi Advanced Combustion Technology" (MACFT) [Arakawa Y., Ichinose T., Okamoto A., Baba Y, Sakai T., in Proc. Of the Int. Chemical Recovery Conf., Whistler, British Columbia, Jun 11-14, 257-260, 2001], onde um agente de redução (ureia) pode ser adicionado depois da gradação de ar, e iv) gradação de licor negro

[Patente FI 103905], onde licor negro é alimentado a partir de pelo menos dois níveis em um forno tendo gradação de ar vertical de acordo com (ii). Por meio destas técnicas, uma redução de NO_x de 30-50% foi alcançada, mas na prática elas exigem ajustes que não são ótimos para uma caldeira de recuperação. Frequentemente, estas técnicas exigem fornos de grandes dimensões para manter a temperatura depois de adequadamente baixa e/ou soluções de materiais mais caros para impedir a corrosão. Na prática, a técnica de combustão em estágios ou de SNCR em caldeiras de recuperação exige temperaturas ainda tão baixas quanto 850-1000°C, que são atingidas somente em tais caldeiras de recuperação que são maiores, e assim mais caras que caldeiras convencionais.

[00015] Um dos propósitos da presente invenção é fornecer um método para controlar as emissões de compostos de nitrogênio prejudiciais, especialmente óxidos de nitrogênio, entrando dos processos de combustão, em uma maneira que é mais eficiente e mais econômica que os métodos descritos acima. Especialmente, um propósito da presente invenção é fornecer um método e um aparelho para dispor uma janela de temperatura adequada para um método de remover óxidos de nitrogênio baseado na técnica de SNCR. A presente invenção pode ser aplicada especialmente em uma caldeira de recuperação química, mas também em outras caldeiras de geração de vapor, onde é necessário criar uma janela de temperatura exigida pela técnica de SNCR.

[00016] Para atingir estes objetivos, a presente invenção se refere a um método de diminuir quantidade de óxidos de nitrogênio dos gases de combustão de uma caldeira, cujos óxidos de nitrogênio são gerados em combustão de combustíveis e ar, a dita caldeira tendo um sistema de circulação de água compreendendo superaquecedores e um forno para combustão de combustível e para gerar fases de combustão contendo óxidos de nitrogênio, cujos gases de combustão fluem princi-

palmente para cima no forno e adicionalmente para uma zona de superaquecimento e por meio de outras superfícies de recuperação de calor da caldeira fora da caldeira, e um agente para reduzir óxidos de nitrogênio é introduzido nos ditos gases de combustão. É característico para a invenção que o agente de redução de óxidos de nitrogênio é introduzido nos gases de combustão antes da zona de superaquecimento, antes do que a temperatura dos gases de combustão é diminuída por meio de pelo menos um permutador de calor que está localizado no fluxo de gás combustível a montante da introdução do agente de redução, para obter uma janela de temperatura adequada no fluxo de gás de combustão a fim de reduzir óxidos de nitrogênio.

[00017] Também a invenção se refere a uma caldeira gerando vapor tendo um sistema de circulação de água compreendendo superfícies de recuperação de calor, tais como superaquecedores e um forno para queimar combustível e gerar gases de combustão, cujos gases de combustão fluem principalmente para cima no forno e adicionalmente para uma zona de superaquecimento e por meio de outras superfícies de recuperação de calor para fora da caldeira, e meios de alimentação para introduzir um agente para reduzir óxidos de nitrogênio nos gases de combustão. É característica da invenção que um ou mais permutadores de calor sejam localizados no fluxo de gás de combustão no forno para diminuir a temperatura dos gases de combustão e para criar uma janela de temperatura adequada no fluxo de gás de combustão para reduzir óxidos de nitrogênio, e que os meios de alimentação para o agente de redução estão localizados na direção de fluxo de gás de combustão depois de um ou mais permutadores de calor e antes da zona de superaquecimento.

[00018] Nesta conexão, um permutador de calor se refere a um aparelho, em que calor é recuperado do gás de combustão indiretamente em um meio. Tipicamente, o aparelho compreende tubos, den-

tro dos quais o meio que recebe calor dos gases de combustão flui.

[00019] De acordo com uma modalidade preferida da invenção, o calor é recuperado dos gases de combustão no dito permutador de calor ou superfície de calor dentro do sistema de circulação de água da caldeira para superaquecimento de vapor e/ou para ferver a água de caldeira e/ou para preaquecer a água de alimentação. O calor pode ser recuperado também aquecendo o ar de combustão da caldeira e/ou para aquecer outro meio por meio do permutador de calor. Um aspecto essencial da invenção é que o calor é recuperado dos gases de combustão em um permutador de calor montado na parte superior do forno, o número dos ditos permutadores de calor sendo pelo menos um, e assim a temperatura do gás de combustão é reduzida para ser adequada para diminuir a quantidade de óxido de nitrogênio por meio de um agente de redução, tal como amônia.

[00020] É essencial que o permutador de calor ou os permutadores de calor estejam localizados em tal ponto que um volume adequado é formado para alimentar um reagente e reagir a uma temperatura apropriada antes da zona de superaquecimento que tipicamente está localizada acima do bullnose.

[00021] Como descrito anteriormente, uma caldeira, especialmente uma caldeira de recuperação química, pode se fornecer com tubos de tela a montante dos superaquecedores na direção de fluxo de gás, tipicamente horizontal no ponto mais profundo do bullnose. Na disposição de acordo com a presente invenção, o dito permutador de calor pode ser um sistema de tubos de tela localizado de acordo com uma modalidade preferida na direção vertical do forno em tal elevação que um espaço favorável para injetar um reagente de SNCR é formado no sistema de tubo de tela no fluxo de gás de combustão a montante dos superaquecedores localizados acima do bullnose.

[00022] Como mencionado anteriormente, o bullnose da caldeira

forma um recesso na parede traseira da caldeira, cujo recesso está direcionado para a parede dianteira da caldeira. Assim, o bullnose compreende uma parte de parede inferior que é tipicamente direcionada de modo diagonal a partir da parede traseira para a parede dianteira da caldeira, uma parte de parede superior que é direcionado da parede dianteira da caldeira diagonalmente para a parede traseira, e um arco ou ponta de bullnose que pode também ser uma parte de parede principalmente ereta (a parte vertical da parede traseira da caldeira). De acordo com uma modalidade da invenção, o dito pelo menos um permutador de calor, tal como tela, está localizado na direção de elevação da caldeira abaixo do bullnose. Dependendo do formato do bullnose, pelo menos um permutador de calor, tal como uma tela, pode de acordo com uma modalidade da invenção também ser localizada na área do bullnose. Neste caso, a ponta do bullnose é de preferência formada de uma parte de parede vertical combinando as paredes superior e inferior, onde a área de bullnose na direção vertical é adequadamente longa para localizar o permutador de calor ou permutadores de calor.

[00023] Na solução de acordo com a invenção, o permutador de calor ou permutadores de calor estão localizados em tal distância dos superaquecedores acima deles que entre o permutador de calor e o superaquecedor um agente par reduzir óxidos de nitrogênio pode ser alimentado em uma maneira vantajosa de modo que o dito agente de redução tem bastante tempo para reagir com os óxidos de nitrogênio para removê-los do gás de combustão na maior quantidade possível antes da zona de superaquecimento. A distância exigida é influenciada pelo tempo de retenção, a eficiência da mistura do agente de redução com o gás de combustão e a temperatura do gás de combustão.

[00024] Uma vantagem da invenção é que o agente reagindo com NO_x (por exemplo amônia ou ureia) pode ser injetado na janela de

temperatura apropriada em grande volume, onde um tempo de retenção adequado é obtido. O agente pode ser introduzido, por exemplo, arrastado nos jatos de ar acima de um permutador de calor, tal como tela, evaporando a amônia no ar, onde a misturação eficiente é obtida simultaneamente. Uma vantagem adicional que merece destaque é que a localização da tela de acordo com a invenção diminui o escape de partículas de licor, isto é, as assim chamadas de transferência, até as superfícies do superaquecedor.

[00025] Na solução da invenção de preferência pelo menos um permutador de calor, que está localizado na direção de fluxo de gás de combustão a montante da injeção de um reagente de SNCR, atua como um superaquecedor. Em outras palavras, pelo menos parte da tela transfere calor do gás de combustão para o vapor superaquecido. Assim, o tamanho da caldeira ou volume da superfície de superaquecimento não cresce, porque os tubos de tela formam uma parte da capacidade de superfície de superaquecimento exigido na caldeira.

[00026] O permutador de calor ou permutadores de calor localizados a montante da injeção do reagente de SNCR, são dimensionados de modo que a temperatura de gás de combustão é diminuída adequadamente para obter a janela de temperatura desejada. Assim, de acordo com a invenção, um número de permutadores de calor com capacidade adequada para diminuir a temperatura de gás de combustão para uma janela de temperatura adequada está localizado no fluxo de gás de combustão a montante da reação do reagente e os óxidos de nitrogênio no gás de combustão.

[00027] A solução de acordo com a invenção permite diminuir a altura dos superaquecedores que tipicamente estão localizados acima do bullnose e assim também diminuindo a altura total da caldeira.

[00028] Obter a janela de temperatura desejada no forno de uma caldeira onde o calor é transferido principalmente nas paredes do for-

no somente tornaria o forno da caldeira, e assim toda a caldeira e a instalação de caldeira muito alta.

[00029] A invenção permite utilizar a técnica de SANCER especialmente em uma caldeira de recuperação química ou outra caldeira de vapor onde a mistura de amônia ou ureia injetada é difícil, a uma temperatura exigida.

[00030] Instalando, de acordo com a invenção pelo menos um permutador de calor no forno a montante da injeção de um agente (por exemplo, amônia) reagindo com NO_x , uma temperatura menor é obtida, que permite introduzir o agente de redução em uma janela de temperatura apropriada no forno, onde óxidos de nitrogênio formam nitrogênio e água. Isto tem sido problemático especialmente em uma caldeira de recuperação química de uma fábrica de polpa química onde as temperaturas no forno são tipicamente muito altas para aplicar o método de SNCR. Adicionalmente, a passagem de um agente de redução, tal como amônia ou ureia, nas superfícies de superaquecedor é indesejada, porque a alimentação de substâncias em um último estágio será desvantajoso devido à corrosão do superaquecedor. Em caldeiras de leito fluidificado borbulhante (BFB) as temperaturas são tipicamente menores que em uma caldeira de recuperação, mas a presente invenção pode ser aplicada em conexão com elas também, se necessário.

[00031] A presente invenção permite, por exemplo, alimentar o agente de redução injetado, tal como ureia e/ou amônia junto com um meio, por exemplo, ar ou gás de combustão circulado, efetivamente no forno a montante dos superaquecedores, que assim será protegido melhor contra o efeito corrosivo possível do agente de SNCR. A alimentação do agente de redução junto com ar de combustão da caldeira é vantajosa, porque então não existe necessidade de prover a caldeira com aberturas adicionais para alimentar o dito agente. O gás de

transporte para o agente de redução pode se originar do sistema de ar de combustão da caldeira ou uma fonte de gás dedicada separada. O gás de combustão usado como gás de transporte pode se originar de uma caldeira em que a invenção é aplicada ou de outra caldeira na fábrica.

[00032] A alimentação pode ser efetuada com gás amônia também pressurizado junto com vapor. Amônia pode também ser sugada de um recipiente por meio de um ejetor de vapor e injetada dentro da caldeira junto com o vapor. A amônia pode também ser liquefeita, misturada em água e pulverizada dentro da caldeira.

[00033] Na alimentação de agente de redução, o meio pode também ser, por exemplo, uma combinação dos meios acima mencionados, por exemplo, ar e gás de combustão.

[00034] A presente invenção é descrita em mais detalhe a seguir com referência às figuras anexas, das quais:

a figura 1 ilustra esquematicamente uma caldeira de recuperação química conhecida per se, e

as figuras 2a, 2b e 2c ilustram esquematicamente algumas modalidades da invenção.

[00035] As figuras 2a-2c usam os mesmos numerais de referência que a figura 1 onde aplicável.

[00036] As figuras 2a-2c ilustram a construção de uma caldeira de recuperação tendo um forno definido por paredes de tubo de água: uma parede dianteira 2, paredes laterais 3 e uma parede traseira 4, bem como um fundo 5 formado de tubos de água. Superaquecedores 8 da caldeira estão localizados acima do forno.

- Uma parte inferior 16 do forno, onde a combustão de licor residual ocorre principalmente.

- Uma parte média 17 do forno, onde a combustão final de substâncias combustíveis gasosas ocorre principalmente.

- Uma parte superior 18 do forno.
- Uma área de superaquecedor 8, em que o vapor saturado

que sai do tambor de vapor é aquecido (superaquecido) tendo uma temperatura maior. Um assim chamado sistema de tubo de tela 15 é fornecido na direção de fluxo de gás de combustão a montante da zona de superaquecimento acima do bullnose.

[00037] Gás de combustão gerado no forno flui para cima na parte superior do forno e adicionalmente a outras partes de recuperação de calor da caldeira, tais como superaquecedores 8. A direção de fluxo principal do gás de combustão é marcada com uma seta 19.

[00038] Um bullnose 14, onde a caldeira se estreita e que é uma área limite comum entre o forno e as superfícies de recuperação de calor, está localizado na parte superior 18 do forno na parede traseira 4 da caldeira. O bullnose é formado de um recesso na parede traseira da caldeira, cujo recesso é direcionado para a parede dianteira 2 da caldeira. Assim, o bullnose compreende uma parte de parede inferior 14b que é tipicamente direcionada diagonalmente da parede traseira 4 para a parede dianteira 2 da caldeira, uma parte de parede superior 14a que é direcionada da parede dianteira 2 da caldeira diagonalmente para a parede traseira 4, e um arco ou ponta de bullnose 14c que combina estas.

[00039] A figura 2a ilustra um permutador de calor de acordo com a invenção, neste caso uma tela 15, localizado no fluxo de gás de combustão fluindo para cima 19 abaixo do bullnose 14 da caldeira. Os meios de alimentação 20 para um agente de redução de óxidos de nitrogênio estão localizados entre a tela e a borda inferior 8a do superaquecedor 8. A tela 15 se estende da parede dianteira para a parede traseira, onde cobre a superfície de seção transversal horizontal do forno, onde a tela entra em contato com o gás de combustão que flui para cima, e assim a temperatura do gás de combustão pode ser dimi-

nuída para ser vantajoso para a redução de óxidos de nitrogênio. A tela atua nesta modalidade vantajosamente pelo menos parcialmente como uma superfície de superaquecimento. Quando a tela atua parcialmente como superfície de superaquecimento, parte da tela atua como evaporador para água. Uma tela atuando como um permutador de calor é dimensionado de modo que a temperatura do gás de combustão diminui adequadamente a fim de obter uma janela de temperatura desejada.

[00040] Na modalidade da figura 2a, onde o permutador de calor resfriando o gás de combustão está localizado abaixo do bullnose, o agente de redução é introduzido, por exemplo, com ar terciário.

[00041] A ponta do bullnose pode também ser uma parte de parede principalmente vertical 14c (figuras 2b e 2c). Neste caso, de acordo com uma modalidade da invenção, o permutador de calor ou superfície de permutação de calor, tal como uma tela, está localizado na área da ponta do bullnose (figura 2b). Neste caso, a ponta do bullnose é de preferência formada de uma parte de parede vertical combinando com as paredes superior e inferior inclinadas, onde a área de bullnose na direção vertical é adequadamente longa para localizar o permutador de calor 15 e o meio 20 para alimentar o agente de redução. A distância do permutador de calor dos superaquecedores 8 tem que ser adequada a fim de fornecer os óxidos de nitrogênio e o agente de redução bastante tempo para reagir antes da zona de superaquecimento.

[00042] Na modalidade da figura 2c, a ponta do bullnose é também uma parte de parede principalmente ereta 14c. A área da ponta de bullnose é fornecida com telas 15a e 15b localizadas transversalmente e escalonadas, o que é vantajoso em vista da utilização de espaço. Neste caso, meios para alimentar um agente de redução para óxidos de nitrogênio são fornecidos também acima da tela.

[00043] Nas modalidades das figuras 2b e 2c, é de preferência in-

introduzido o agente de redução, tal como amônia, arrastado no ar ou por gás de combustão circulando ou de outra maneira descrita acima.

[00044] A solução de acordo com a presente invenção permite dispor uma janela de temperatura adequada em uma caldeira de geração de vapor, especialmente uma caldeira de recuperação química para um método de remover óxidos de nitrogênio baseados na técnica de SNCR.

[00045] Embora somente algumas modalidades preferidas do método de acordo com a invenção foram descritas acima, a invenção cobre todas as tais modificações e variações que estão incluídas no escopo definido nas reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de diminuir quantidade de óxidos de nitrogênio gerados na combustão de combustíveis e ar dos gases de combustão de uma caldeira, a dita caldeira tendo um sistema de circulação de água compreendendo superaquecedores (8) e um forno (1) para combustão de combustível e para gerar gases de combustão contendo óxidos de nitrogênio, cujos gases de combustão fluem principalmente para cima no forno e adicionalmente para os superaquecedores (8) e por meio de outras superfícies de recuperação de calor da caldeira para fora da caldeira, e um agente para reduzir óxidos de nitrogênio é introduzido nos ditos gases de combustão, em que a caldeira é provida de um bullnose (14), no local onde o forno (1) estreita,

caracterizado pelo fato de que o agente de redução de óxidos de nitrogênio é introduzido nos gases de combustão fluindo para cima antes dos superaquecedores (8) e antes do agente para reduzir óxidos de nitrogênio ser introduzido, a temperatura dos gases de combustão é diminuída por meio de pelo menos um permutador de calor (15, 15a, 15b) que está localizado na direção de elevação da caldeira abaixo do bullnose (14) ou na área do bullnose (14) e no fluxo de gás de combustão (19) a montante da introdução do agente de redução, para obter uma janela de temperatura adequada no fluxo de gás de combustão (19) a fim de reduzir óxidos de nitrogênio

em que pelo menos um permutador de calor (15, 15a, 15b) se estende a partir de uma parede dianteira (2) para uma parede traseira (4) da caldeira, de modo que cobre uma superfície de seção transversal horizontal do forno (1), e

em que os meios de alimentação (20) para o agente de redução de óxido de nitrogênio estão localizados entre o pelo menos um permutador de calor (15, 15a, 15b) e uma borda inferior do superaquecedor (8).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o calor do permutador de calor (15, 15a, 15b) é recuperado dos gases de combustão por vapor de superaquecimento.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o calor do permutador de calor (15, 15a, 15b) é recuperado dos gases de combustão por evaporação de água da caldeira.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, 2, ou 3 caracterizado pelo fato de que no permutador de calor (15, 15a, 15b) o calor é recuperado dos gases de combustão para preaquecimento de água de alimentação de caldeira.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o calor do permutador de calor (15, 15a, 15b) é recuperado dos gases de combustão para aquecimento de ar de combustão da caldeira.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que o agente de redução é introduzido no fluxo de gás de combustão (19) através de um meio.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o agente de redução é introduzido no fluxo de gás de combustão (19) por meio de ar.

8. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o agente de redução é introduzido no fluxo de gás de combustão (19) por meio de gás de combustão recirculado.

9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que o agente de redução para reduzir óxidos de nitrogênio é amônia, ureia ou um precursor produzindo amônia.

10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que o licor negro é queimado no

forno (1).

11. Caldeira gerando vapor tendo um sistema de circulação de água compreendendo superfícies de recuperação de calor e que utiliza o método como definido na reivindicação 1, incluindo superaquecedores (8) e um forno (1) para queimar combustível e gerar gases de combustão, os ditos gases de combustão fluindo principalmente para cima no forno e adicionalmente para os superaquecedores (8) e por meio de outras superfícies de recuperação de calor fora da caldeira, e meios de alimentação (20) para introduzir um agente de redução para reduzir óxidos de nitrogênio nos gases de combustão,

em que a caldeira é provida de um bullnose (14), no local onde o forno (1) estreita,

caracterizada pelo fato de que os meios de alimentação (20) são dispostos para introduzir o agente de redução de óxido de nitrogênio nos gases de combustão fluindo para cima antes dos superaquecedores (8), e pelo menos um permutador de calor (15, 15a, 15b) está localizado no forno (1) no fluxo de gás de combustão (19) na direção de elevação da caldeira abaixo do bullnose (14) ou na área do bullnose (14), e que os meios de alimentação (20) para o agente de redução estão localizados na direção de fluxo de gás de combustão depois do dito pelo menos um permutador de calor e antes dos superaquecedores (8),

em que pelo menos um permutador de calor (15, 15a, 15b) se estende a partir de uma parede dianteira (2) para uma parede traseira (4) da caldeira, de modo que cobre uma superfície de seção transversal horizontal do forno (1), e

em que os meios de alimentação (20) para o agente de redução de óxido de nitrogênio estão localizados entre o pelo menos um permutador de calor (15, 15a, 15b) e uma borda inferior do superaquecedor (8).

12. Caldeira, de acordo com a reivindicação 11, caracterizada pelo fato de que o dito pelo menos um permutador de calor (15, 15a, 15b) é conectado ao sistema de circulação de água de caldeira de modo que o vapor que flui no sistema é superaquecido no permutador de calor por meio de calor dos gases de combustão.

13. Caldeira, de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 ou 12, caracterizada pelo fato de que os meios (20) de alimentar o agente de redução são conectados ao sistema de ar de combustão da caldeira ou sistema de descarga de gás de combustão para usar o ar de combustão ou gás de combustão circulado como gás de transporte na introdução do agente de redução.

14. Caldeira, de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 ou 12, caracterizada pelo fato de que os meios (20) para alimentar o agente de redução são conectados a uma fonte de gás para usar o dito gás como gás de transporte na introdução do agente de redução.

15. Caldeira, de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 14, caracterizada pelo fato de que os meios (20) para alimentar o agente de redução são conectados ao sistema de descarga de gás de combustão de alguma outra caldeira para usar o gás de combustão circulado como gás de transporte na introdução do agente de redução.

16. Caldeira, de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 15, caracterizada pelo fato de que a caldeira é uma caldeira de recuperação química de uma fábrica de polpa química.

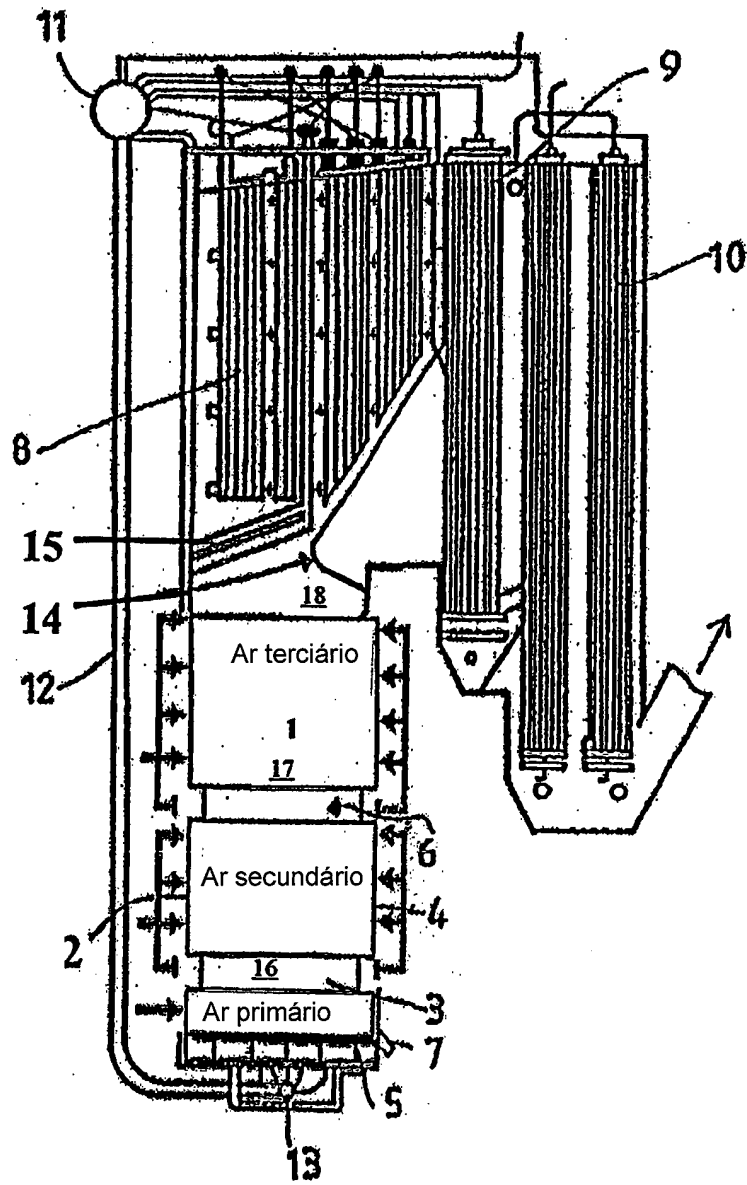


FIG. 1

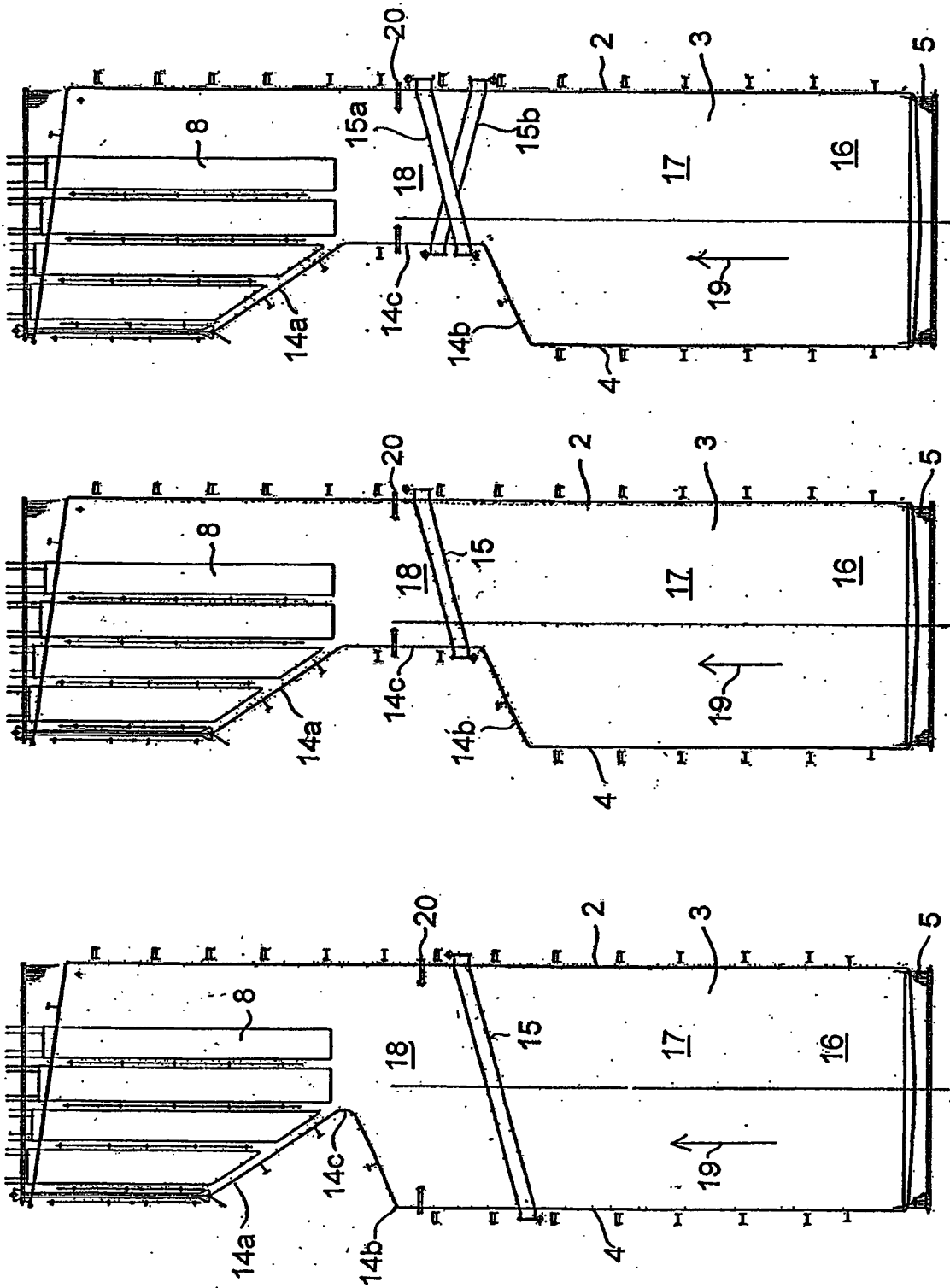


FIG. 2a

FIG. 2b

FIG. 2c