



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

(11) PI 0207565-2 B1



(22) Data de Depósito: 22/02/2002

(45) Data da Concessão: 18/08/2015
(RPI 2328)

(54) Título: Sistema para a redução catalítica seletiva de óxido de nitrogênio em uma corrente de gás de combustão de forno tendo uma concentração inicial de óxido de nitrogênio, e um método para a conversão seletiva de óxido de nitrogênio em uma corrente de gás de combustão de forno tendo uma concentração inicial de óxido de nitrogênio.

(51) Int.Cl.: B01D53/86; F23J15/02; C10G9/18

(30) Prioridade Unionista: 26/02/2001 US 09/793.470

(73) Titular(es): ABB Lummus Global, INC.

(72) Inventor(es): John Paul Fell, Jr., Mohamed B. Tolba, Steven M. Hopkins, Vinod K. Arora

“SISTEMA PARA A REDUÇÃO CATALÍTICA SELETIVA DE ÓXIDO DE NITROGÊNIO EM UMA CORRENTE DE GÁS DE COMBUSTÃO DE FORNO TENDO UMA CONCENTRAÇÃO INICIAL DE ÓXIDO DE NITROGÊNIO, E UM MÉTODO PARA A CONVERSÃO SELETIVA DE ÓXIDO DE NITROGÊNIO
5 EM UMA CORRENTE DE GÁS DE COMBUSTÃO DE FORNO TENDO UMA CONCENTRAÇÃO INICIAL DE ÓXIDO DE NITROGÊNIO”

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

1. Campo da Invenção

A presente invenção se refere a um sistema e método
10 do para reduzir cataliticamente o teor de óxido de nitrogênio em um gás de combustão ou queima, resultando da combustão de combustível em um forno.

2. Descrição da Técnica Correlata

A combustão de combustíveis em vários processos
15 industriais freqüentemente gera óxidos de nitrogênio (NO_x) indesejáveis, normalmente na forma de óxido nítrico (NO) e dióxido de nitrogênio (NO_2). Elevadas temperaturas de combustão tendem a produzir mais NO_x . Devido ao fato de NO_x ser prejudicial ao meio ambiente, tem sido feitos esforços para
20 reduzir a emissão de NO_x em gases produzidos por processos industriais envolvendo a combustão de combustível, particularmente gases resultando da operação de casas de força, fornos de craqueamento térmico, incineradores, motores de combustão interna, instalações metalúrgicas, fábricas de
25 fertilizantes e instalações químicas.

Métodos para reduzir seletivamente o teor de NO_x de um gás de combustão são conhecidos. Geralmente, tais métodos envolvem a reação de NO_x com um redutor, opcionalmente na presença de um catalisador. A redução não catalítica seleti-

va ("SNCR") de NO_x com um redutor tal como amônia ou uréia exige uma temperatura relativamente elevada, por exemplo, na faixa de aproximadamente 871°C até aproximadamente 1.148°C .

Alternativamente, a redução de NO_x com amônia pode
5 ser realizada cataliticamente em uma temperatura muito mais baixa, por exemplo, de aproximadamente 260°C a aproximadamente 510°C , em um processo conhecido como redução catalítica seletiva ("SCR").

Um problema associado ao tratamento de gás de combustão utilizando métodos SCR e aparelho, convencionais, é
10 que o peso e o volume do equipamento necessário para se conseguir remoção satisfatória de NO_x exigem que o mesmo esteja localizado no nível do solo. Muitas instalações industriais precisam ser modernizadas com equipamento de remoção de NO_x
15 ("deNOx") para atender às exigências de normas governamentais mais rigorosas. Contudo, devido ao volume físico do sistema deNOx, o gás de combustão deve ser desviado para o nível do solo para tratamento e, então, enviado de volta para dentro de uma chaminé, para exaustão subsequente para a
20 atmosfera. Para evitar o elevado custo de um tal sistema, seria altamente vantajoso proporcionar uma unidade deNOx relativamente leve que pudesse ser incorporada diretamente na chaminé.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

25 De acordo com a presente invenção, é provido um sistema para a redução catalítica seletiva de óxido de nitrogênio em uma corrente de gás de forno e compreende:

a) uma primeira seção de recuperação de calor po-

sicionada em uma chaminé, acima do forno, para reduzir a temperatura da corrente de gás de forno, saindo do forno, a não menos do que aproximadamente 204°C;

b) um reator para a redução catalítica seletiva de
5 óxido de nitrogênio na corrente de gás, posicionado na chaminé a jusante da primeira seção de recuperação de calor, o reator incluindo um injetor para introduzir um redutor na corrente de gás e contendo pelo menos um catalisador de conversão de óxido de nitrogênio, para a redução catalítica se-
10 letiva de óxido de nitrogênio na corrente de gás, mediante contato com a mesma para proporcionar uma corrente de gás tratado com concentração reduzida de óxido de nitrogênio;

c) uma saída de corrente de gás tratado através da qual a corrente de gás tratado é descarregada; e,

15 d) uma segunda seção de recuperação de calor, posicionada a jusante do reator, para reduzir a temperatura do gás tratado.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

Várias modalidades do componente de reator do sistema desta invenção, e vários arranjos de catalisador que
20 podem ser empregados aqui, são descritos abaixo com referência aos desenhos onde:

A Figura 1A é uma vista diagramática de um sistema de forno de um tipo conhecido incorporando o reator em sua
25 seção de chaminé;

A Figura 1B é uma vista lateral do sistema de forno da Figura 1A; e,

A Figura 2 é uma vista diagramática de um sistema

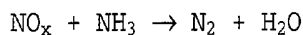
de chaminé para conversão SCR de NO_x.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE MODALIDADES PREFERIDAS

Os termos: "queima" e "combustão", são usados aqui como sinônimos. Todas as quantidades devem ser entendidas
5 como sendo modificadas pelo termo "aproximadamente" ou "em torno de". As percentagens de composição são em peso a menos que especificado de outra forma.

O termo "óxido de nitrogênio" como usado aqui se refere a qualquer óxido de nitrogênio, tal como NO, NO₂,
10 N₂O₄, N₂O, e é alternativamente designado como "NO_x".

O sistema e método para a redução catalítica seletiva de NO_x empregam preferivelmente amônia como o redutor. NO_x reage com amônia na presença de um catalisador para produzir nitrogênio e água como mostrado na seguinte equação
15 (não equilibrada de forma estequiométrica):



O reator e o método de NO_x descritos aqui podem ser usados em qualquer aplicação exigindo o tratamento de um gás de combustão contendo NO_x para reduzir seu nível de NO_x. Equipamento de combustão típico produzindo elevados níveis de NO_x inclui casas de força, regeneradores de craqueamento catalítico de fluido (FCC), fornos de vidro, dispositivos de craqueamento térmico, e semelhantes. O método de NO_x presente será descrito particularmente em conjunto com uma unidade de
25 craqueamento térmico para produzir olefinas (por exemplo, etileno, propileno, butileno, etc.) a partir de um estoque de abastecimento de hidrocarboneto saturado tal como etano, propano, nafta e semelhantes. Contudo, o reator e o método

podem ser usados com qualquer equipamento de combustão ou processo que gere um gás de combustão contendo níveis indesejáveis de NO_x .

Com referência agora às Figuras 1A e 1B, o sistema de reator de NO_x de fase gasosa é ilustrado em conjunto com um sistema de craqueamento térmico empregando fornos conjugados 11 e 12 tendo uma câmara de combustão radiante operando a aproximadamente 1.204°C para o craqueamento do estoque de abastecimento. Cada forno produz um gás de combustão que sai do mesmo através de chaminés S, respectivas. Tipicamente, a vazão do gás de combustão em cada chaminé varia de aproximadamente 45.359-136.077 kg/h. O gás de combustão contém tipicamente os seguintes componentes:

Nitrogênio 60-80 % em vol.
Oxigênio 1-4 % em vol.
Vapor de água 10-25 % em vol.
Dióxido de carbono 2-20 % em vol.
Óxido de nitrogênio 50-300 ppm.

Os gases de combustão saindo do forno estão tipicamente em uma temperatura de aproximadamente 982°C . Cada chaminé inclui uma seção 13 de convecção que inclui equipamento de troca de calor através do qual o gás de combustão é passado para recuperação de calor no qual o calor é transferido do gás de combustão para o estoque de abastecimento de forno. O gás de combustão sai, tipicamente, da seção de convecção dos sistemas convencionais de chaminé em uma temperatura de aproximadamente 121°C - 176°C . Contudo, o processo de recuperação de calor da presente invenção é ajustado para

proporcionar temperaturas de gás de combustão não inferiores a aproximadamente 204°C, preferivelmente de aproximadamente 204°C a 260°C, como explicado abaixo. Os gases de combustão, das chaminés separadas, são então unidos e deslocados por
5 uma ventoinha 14 para dentro do sistema deNO_x 10. A ventoinha 14 aumenta a pressão do gás de combustão para deslocar o gás através do sistema deNO_x 10.

Uma característica significativa da presente invenção é que o sistema 10 de reator deNO_x é montado dentro
10 da chaminé e é posicionado acima da seção 13 de convecção e da ventoinha 14. Essa vantagem é conseguida mediante redução do tamanho e do peso do sistema de reator deNO_x, dessa forma permitindo que os sistemas de fornos existentes sejam modificados mediante modernização e evitando-se a alternativa
15 mais dispendiosa de desviar o gás de combustão para o nível do solo para tratamento deNO_x.

Com referência agora à Figura 2, o sistema 100 para conversão SCR de NO_x se destina a uso em conjunto com um sistema de forno, tal como o sistema de craqueamento térmico, ilustrado nas Figuras 1A e 1B. Contudo, de acordo com o
20 método da presente invenção, a seção 13 de convecção representa uma primária ou primeira seção de recuperação de calor e é configurada para esfriar o gás de exaustão a partir da seção radiante até uma temperatura não inferior a aproximadamente 204°C, preferivelmente de aproximadamente 204°C a
25 aproximadamente 260°C. Essa faixa pode ser conseguida através da configuração apropriada das serpentinas de resfriamento na seção de convecção, ou mediante qualquer outro mé-

todo adequado de ajustar a transferência de calor, como reconhecido por aqueles versados na técnica. O gás de combustão a 204°C-260°C é guiado por uma ou mais ventoinhas 14 para dentro do reator 10. O reator inclui um dispositivo de injeção 18 para introduzir um redutor tal como amônia, uréia, alquil amina, etc., no gás de combustão, e um leito 19 de catalisador contendo um catalisador para a redução seletiva de NO_x presente no gás de combustão. O leito de catalisador pode ter, por exemplo, uma configuração de fluxo radial ou de fluxo paralelo, e pode incluir um catalisador particulado, catalisador monolítico, ou um catalisador microprojetado ("MEC") sustentado em um suporte semelhante à malha tendo pelo menos 85% de espaço vazio.

O material de suporte semelhante à malha do catalisador MEC inclui fibras ou fios, feltro de metal, fieira de metal, filtro de fibras de metal, ou semelhantes, e pode incluir uma ou mais camadas. O catalisador pode ser revestido sobre a malha mediante uma variedade de técnicas tais como imersão, pulverização, etc., em uma quantidade suficiente para se obter a conversão desejada de NO_x. Um catalisador MEC adequado para uso na presente invenção é descrito no Pedido de Patente US Copendente N° de Série 60/222.261 depositado em 31 de julho de 2000, cujo conteúdo é incorporado aqui como referência em sua totalidade.

Sistemas de reator adequados para uso na presente invenção incluem aqueles revelados nos Pedidos de Patente US N°s de Série 09/793.471, 09/793.448 e 09/793.447, depositados simultaneamente com o presente pedido de patente, cujas

revelações são incorporadas aqui como referência em sua totalidade.

A temperatura do gás tratado saindo do reator 10 é aproximadamente idêntica àquela do gás de entrada e geralmente varia de aproximadamente 204°C a 260°C. Quanto mais elevada for a temperatura da reação de conversão SCR, menos catalisador é necessário. Portanto, redução significativa do tamanho e peso do sistema de reator, para se obter a conversão desejada de NO_x , pode ser conseguida mediante operação do reator em temperaturas de aproximadamente 204°C a aproximadamente 260°C, em vez de temperaturas inferiores. Na realidade, a redução do tamanho do reator permite que o reator seja posicionado dentro da chaminé de descarga e acima da seção 13 de convecção e ventoinha 14. É conveniente obter pelo menos aproximadamente 85% de redução do teor de NO_x do gás de combustão, preferivelmente pelo menos aproximadamente 90% de redução do teor de NO_x , e mais preferivelmente pelo menos aproximadamente 95% de redução do teor de NO_x .

De acordo com o sistema e método da presente invenção, uma segunda seção 15 de recuperação de calor, a jusante do sistema 10 de reator catalítico, é empregada preferivelmente para reduzir a temperatura do gás tratado, preferivelmente até uma faixa de aproximadamente 121°C a 176°C.

O calor recuperado a partir do gás tratado saindo do reator 10 pode ser usado como desejado e no sistema de craqueamento térmico, ilustrado nas Figuras 1A e 1B, é usado vantajosamente para pré-aquecimento do estoque de abastecimento como mostrado na Figura 2. O estoque de abastecimento

F de craqueamento térmico é introduzido na segunda seção 15 de recuperação de calor para pré-aquecimento. A seção 15 de recuperação de calor inclui um ou mais tubos 15a de transferência de calor. O estoque de abastecimento F flui através dos tubos 15a para recuperar calor a partir do gás tratado saindo do reator 10. Posteriormente, o estoque de abastecimento F passa da seção 15 de recuperação de calor e é transportado através de conexão 15b de tubulação para a primeira seção de recuperação de calor, isto é, seção 13 de convecção, para pré-aquecimento adicional. O estoque de abastecimento sai da seção 13' de convecção através da linha C para transferência para o forno de craqueamento térmico. A construção e a configuração da seção 15 de recuperação de calor, para se obter a redução desejada em temperatura, são do conhecimento daqueles versados na técnica. O gás de exaustão tratado sai do sistema 100, na saída 16, em temperaturas tipicamente na faixa de aproximadamente 121°C a aproximadamente 176°C.

O presente sistema é vantajoso para modernizar os sistemas de fornos existentes com um reator de chaminé. Mediante deslocamento de uma pequena porção de um sistema de convecção existente a jusante de um reator inserido na chaminé, as exigências de tamanho de reator podem ser reduzidas para se aumentar a exeqüibilidade de um tal sistema. A porção a jusante da seção de convecção funciona como seção 15 de recuperação de calor.

O exemplo abaixo ilustra o sistema de NO_x e método da presente invenção.

EXEMPLO

É empregado o sistema da presente invenção, ilustrado na Figura 12, onde uma vazão de gás de combustão de 163.293 kg/h, tendo uma concentração inicial de NO_x de 100 ppm, é passado através da seção 13' de convecção de tal modo que o gás saindo da seção 13' de convecção tem uma temperatura de aproximadamente 215°C. Esse gás de combustão é soprado por ventoinhas 14 para dentro do, e através do, reator 10 de NO_x montado na chaminé. Amônia é introduzida no gás de combustão e proporciona a redução catalítica seletiva de NO_x quando o gás contendo amônia passa através de um leito de catalisador contendo um catalisador SCR tal como o catalisador $\text{V}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2$, por exemplo, sobre um suporte semelhante à malha tendo pelo menos 85% de espaço vazio. Aproximadamente 12m³ de catalisador são exigidos na temperatura de operação de 215°C. O gás de combustão tratado saindo do reator está aproximadamente na mesma temperatura na qual ele entrou no reator e tem um teor de NO_x de 10 ppm. O gás tratado entra então na seção 15 de recuperação de calor em consequência do que a temperatura da corrente de gás é reduzida para 121°C até 176°C mediante transferência de calor, por exemplo, para o estoque de abastecimento de forno, e é posteriormente descarregado da chaminé através da saída 16. O gás tratado na descarga a partir da chaminé terá tipicamente um teor de NO_x o qual foi reduzido em aproximadamente 90% ou mais em relação à concentração de NO_x no gás de combustão antes do tratamento.

Como contraste em relação ao exemplo fornecido acima, em um sistema convencional típico, em que a seção de

convecção reduz a temperatura do gás de combustão até consideravelmente menos do que aproximadamente 204°C, por exemplo, até aproximadamente 176°C, o reator exige um volume relativamente grande de leito de catalisador, isto é, de aproximadamente 54m³. A redução de tamanho do reator, conseguida pelo sistema da invenção, ilustrado no exemplo acima, torna a modernização de um reator de chaminé, em um sistema de chaminé convencional, uma alternativa exequível para as modificações de outra forma dispendiosas.

Embora a descrição acima contenha muitos aspectos específicos, esses aspectos específicos não devem ser considerados como limitações do escopo da invenção, mas simplesmente como exemplificações de suas modalidades preferidas. Aqueles versados na técnica, considerarão muitas outras possibilidades dentro do escopo e espírito da invenção como definidos pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para a redução catalítica seletiva de
óxido de nitrogênio, em uma corrente de gás de combustão de
forno tendo uma concentração inicial de óxido de nitrogênio,
5 que compreende:

uma zona de combustão 11,12, uma seção de convec-
ção 13,13' posicionada acima da zona de combustão, uma cha-
miné posicionada acima da seção de convecção, incluindo uma
saída 16 de corrente de gás através da qual o gás é descar-
10 regado, uma primeira seção de recuperação de calor posicio-
nada na seção de convecção para reduzir a temperatura da
corrente de gás de combustão de forno que sai da zona de
combustão e uma ventoinha 14 posicionada a jusante da pri-
meira seção de recuperação de calor para deslocar o gás de
15 combustão proveniente da seção de convecção 13 para a chami-
né, **CARACTERIZADO** pelo fato de que:

o primeiro sistema de recuperação de calor reduz a
temperatura da corrente de gás de combustão de forno que sai
da zona de combustão para não menos do que 204°C,
20 um reator 10 para a redução catalítica seletiva de
óxido de nitrogênio na corrente de gás de combustão na cha-
miné é posicionado a jusante da ventoinha 14, o reator 10
incluindo um injetor 18 para introduzir um agente redutor na
corrente de gás de combustão e contendo pelo menos um cata-
25 lisador de conversão de óxido de nitrogênio em um leito de
catalisador 19 para a redução catalítica seletiva de óxido
de nitrogênio na corrente de gás de combustão para contato

com o mesmo, para proporcionar uma corrente de gás tratado de concentração reduzida de óxido de nitrogênio,

uma segunda seção de recuperação de calor 15 é posicionada na chaminé a jusante do reator para reduzir a temperatura do gás tratado e é conectada à primeira seção de recuperação de calor por uma tubulação de ligação para permitir o fluxo de um fluido entre eles.

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o catalisador é um particulado.

10 3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o catalisador é um monolito.

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o catalisador é suportado em uma estrutura similar a malha.

15 5. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a estrutura similar a malha compreende uma ou mais camadas de fibras, fios, filtro de fibra de metal e feltro de metal.

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, 20 **CARACTERIZADO** pelo fato de que a concentração reduzida de óxido de nitrogênio refere-se a uma redução de óxido de nitrogênio de pelo menos cerca de 85% com relação à concentração inicial.

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, 25 **CARACTERIZADO** pelo fato de que a concentração reduzida de óxido de nitrogênio refere-se a uma redução de óxido de nitrogênio pelo menos cerca de 90% em relação à concentração inicial.

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o reator é um reator de fluxo radial.

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o reator é um reator de fluxo paralelo.

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que ainda compreende:

um forno, que produz uma corrente de gás de combustão contendo óxido de nitrogênio.

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o forno é um forno de craqueamento de hidrocarboneto para produzir olefina a partir de um estoque de abastecimento de hidrocarboneto saturado introduzido no forno.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a ventoinha é posicionada entre a seção de convecção e a segunda seção de chaminé.

13. Método para conversão seletiva de óxido de nitrogênio em uma corrente de gás de combustão de forno tendo uma concentração inicial de óxido de nitrogênio compreendendo:

proporcionar um sistema de forno tendo uma zona de combustão 11,12, uma seção de convecção 13,13' acima da zona de combustão, uma chaminé posicionada acima da seção de convecção, incluindo uma saída 16 de corrente de gás através da qual o gás é descarregado, e uma ventoinha 14 para deslocar a corrente de gás de combustão de forno a jusante provenien-

te da seção de convecção 13,13' para a chaminé, o sistema de forno tendo uma primeira seção de recuperação de calor posicionada na seção de convecção;

resfriar a corrente de gás de combustão de forno
5 na primeira seção de recuperação de calor na seção de convecção do sistema de forno;

introduzir um agente redutor na corrente de gás; e
reagir o agente redutor com o óxido de nitrogênio na corrente de gás em um reator, em presença de pelo menos
10 um catalisador de conversão de óxido de nitrogênio para a redução catalítica seletiva de óxido de nitrogênio para produzir um gás tratado tendo uma concentração reduzida de óxido de nitrogênio,

CARACTERIZADO pelo fato de que:

15 o reator 10 é posicionado na chaminé a jusante da ventoinha 14, e uma segunda seção de recuperação de calor 15 é posicionada na chaminé a jusante do reator 10, a segunda seção de recuperação de calor 15 sendo operacionalmente conectada à primeira seção de recuperação de calor para transferir o fluido de recuperação de calor para a mesma,
20

e o método adicionalmente compreende resfriar o gás tratado na segunda seção de recuperação de calor 15 por transferência de calor para um fluido de recuperação de calor, e

25 comunicar o fluido de recuperação de calor proveniente da segunda seção de recuperação de calor 15 na chaminé para a primeira seção de recuperação de calor na seção de convecção 13,13' do sistema de forno.

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a concentração reduzida de óxido de nitrogênio é uma redução de óxido de nitrogênio de pelo menos cerca de 85% com relação à concentração inicial.

5 15. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a concentração reduzida de óxido de nitrogênio é uma redução de óxido de nitrogênio de pelo menos cerca de 90% com relação à concentração inicial.

16. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente inclui a etapa de craqueamento térmico de um estoque de abastecimento de hidrocarboneto introduzido no forno para produzir pelo menos uma olefina do estoque de abastecimento de hidrocarboneto, em que a etapa de resfriamento do gás tratado reduz a temperatura do gás tratado para não mais que cerca de 177°C e compreende transferir o calor proveniente do gás tratado para o estoque de abastecimento antes da introdução do estoque de abastecimento no forno.

17. Método, de acordo com a reivindicação 16, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de resfriamento da corrente de gás de combustão de forno compreende transferir calor do gás de combustão de forno para o estoque de abastecimento antes de introduzir o estoque de abastecimento no forno.

25 18. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o agente de redução é amônia.

19. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de resfriamento da

corrente de gás de combustão de forno é realizada em uma primeira seção de recuperação de calor e a etapa de resfriamento do gás tratado é realizada em uma segunda seção de recuperação de calor e o método ainda inclui a etapa de comunicar um fluido de recuperação de calor da segunda seção de recuperação de calor com a primeira seção de recuperação de calor.

20. Sistema para a redução catalítica seletiva de óxido de nitrogênio em uma corrente de gás tendo uma concentração inicial de óxido de nitrogênio compreendendo:

uma primeira zona de combustão 11,12 e uma primeira seção de convecção 13,13' posicionada acima da primeira zona de combustão 11,12, sendo uma primeira seção de recuperação de calor primário posicionada na primeira seção de convecção para reduzir a temperatura de uma corrente de gás de combustão que sai da primeira zona de combustão,

uma segunda zona de combustão e uma segunda seção de convecção posicionada acima da segunda zona de combustão, sendo uma segunda seção de recuperação de calor primário 15 posicionada na segunda seção de convecção para reduzir a temperatura de uma corrente de gás de combustão que sai da segunda zona de combustão,

uma chaminé posicionada acima das primeira e segunda seções de convecção, e

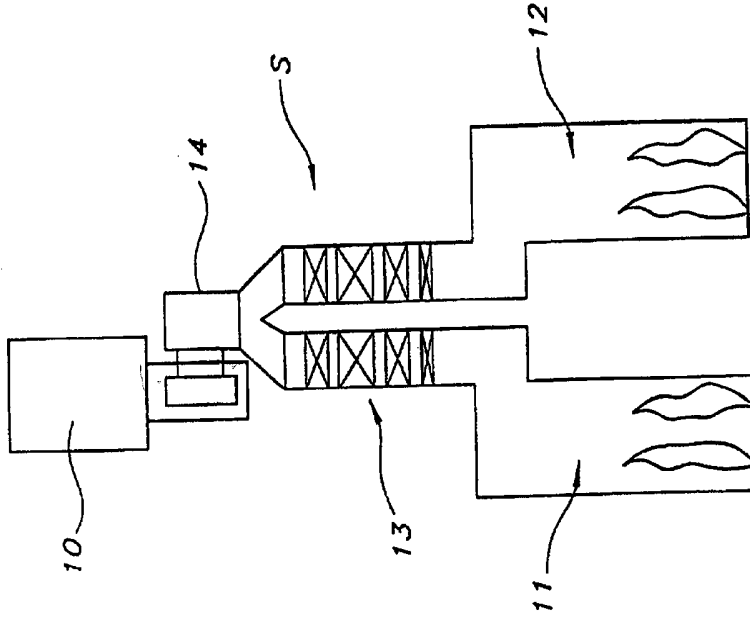
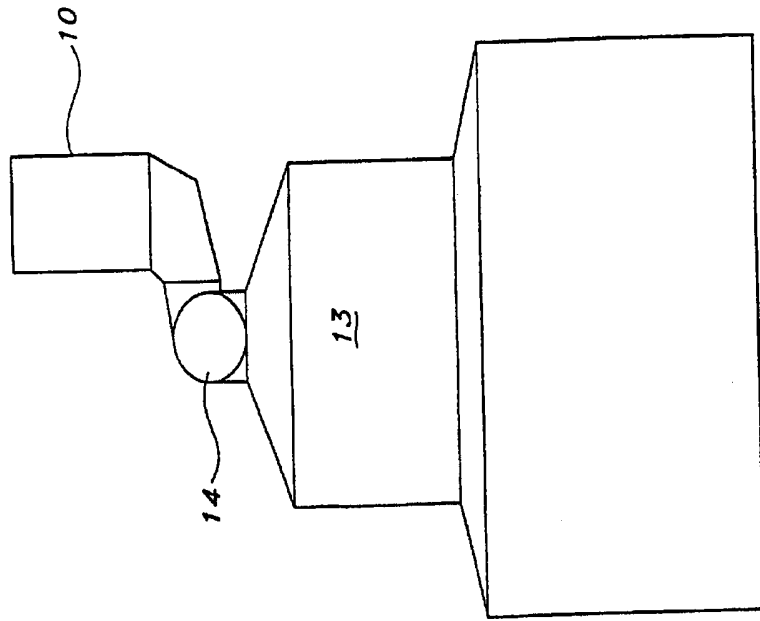
25 uma seção de transição para transportar gás de combustão das primeira e segunda seções de convecção para a chaminé,

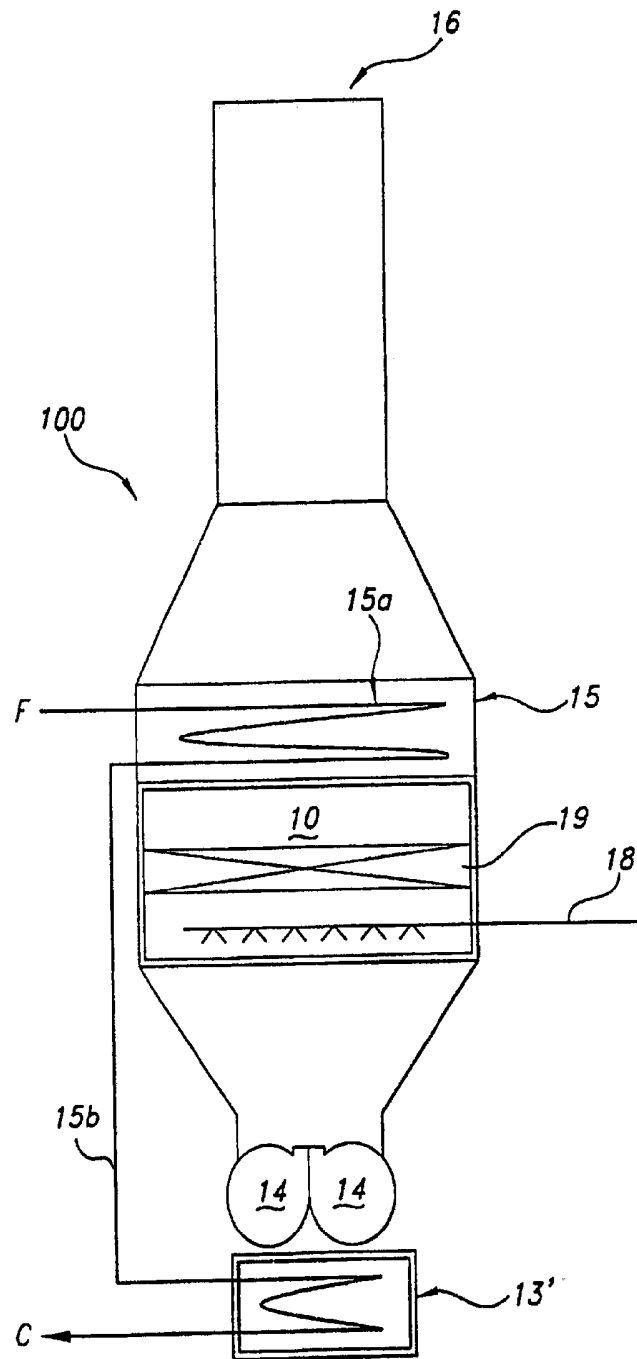
pelo menos uma ventoinha 14 posicionada acima das primeira e segunda seções de convecção para deslocar correntes de gás de combustão das primeira e segunda seções de convecção para uma corrente simples que flui através da chaminé,
5

CARACTERIZADO pelo fato de que:

um reator 10 para a redução catalítica seletiva de óxido de nitrogênio é posicionado na chaminé a jusante da ventoinha 14, o reator 10 incluindo um injetor 18 para in-
10 troduzir um agente redutor na corrente de gás de combustão e contendo pelo menos um catalisador de conversão de óxido de nitrogênio operável em uma temperatura não abaixo de 204°C, para a redução seletiva de óxido de nitrogênio na corrente de gás de combustão mediante contato com o mesmo para forne-
15 cer uma corrente de gás tratada de concentração reduzida de óxido de nitrogênio, e

um sistema de recuperação de calor secundário 15 posicionado na chaminé a jusante do reator 10 e conectado nas primeira e/ou segunda seções de recuperação de calor
20 primário por uma tubulação de ligação para permitir o fluxo de um fluido de transferência de calor entre eles.

**FIG 1B****FIG 1A**

**FIG. 2**

RESUMO

“SISTEMA PARA A REDUÇÃO CATALÍTICA SELETIVA DE ÓXIDO DE NITROGÊNIO EM UMA CORRENTE DE GÁS DE COMBUSTÃO DE FORNO TENDO UMA CONCENTRAÇÃO INICIAL DE ÓXIDO DE NITROGÊNIO,
5 E UM MÉTODO PARA A CONVERSÃO SELETIVA DE ÓXIDO DE NITROGÊNIO EM UMA CORRENTE DE GÁS DE COMBUSTÃO DE FORNO TENDO UMA CONCENTRAÇÃO INICIAL DE ÓXIDO DE NITROGÊNIO”

Trata-se de um sistema e método para a redução catalítica seletiva de óxido de nitrogênio em uma exaustão de
10 forno que inclui esfriar a exaustão de forno em uma primeira seção de recuperação de calor (13') até uma temperatura entre 204°C e 260°C, introduzindo-se um redutor no gás de exaustão e reagindo-se o óxido de nitrogênio no gás de exaustão com o redutor na presença de um catalisador SCR (19) em
15 um reator (10) posicionado na chaminé de forno. O gás tratado saindo do reator pode ser esfriado adicionalmente em uma segunda seção (15) de recuperação de calor. O sistema e processo são particularmente adequados para uso em conjunto com fornos para craqueio térmico de estoque de abastecimento de
20 hidrocarboneto para produzir olefina. O estoque de abastecimento é preferivelmente pré-aquecido nas seções de recuperação de calor antes da introdução no forno.