



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

(11) PI 0923710-0 B1



(22) Data do Depósito: 22/12/2009

(45) Data de Concessão: 26/11/2019

(54) Título: SISTEMA DE TRATAMENTO DE EMISSÕES PARA TRATAR UMA CORRENTE DE GÁS DE DESCARGA DO MOTOR, E, MÉTODO PARA TRATAR UMA CORRENTE DE GÁS DE DESCARGA DO MOTOR.

(51) Int.Cl.: B01D 53/94; B01D 53/56; B01J 29/76; F01N 3/035; F02M 35/024.

(30) Prioridade Unionista: 21/12/2009 US 12/643621; 22/04/2009 US 61/171567; 24/12/2008 US 61/140731.

(73) Titular(es): BASF CORPORATION.

(72) Inventor(es): E. KENNETH VOSS; R. SAMUEL BOORSE; MARTIN DIETERLE.

(86) Pedido PCT: PCT US2009069131 de 22/12/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/075345 de 01/07/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 24/06/2011

(57) Resumo: SISTEMA DE TRATAMENTO DE EMISSÕES PARA TRATAR UMA CORRENTE DE GÁS DE DESCARGA DO MOTOR, E, MÉTODO PARA TRATAR UMA CORRENTE DE GÁS DE DESCARGA DO MOTOR Sistema de tratamento de emissões e métodos para o tratamento de uma corrente de gás de descarga do motor contendo NOx e material particulado são descritos incluindo um filtro de particulado compreendendo um primeiro catalisador de SCR para a conversão de NOx, um segundo catalisador de SCR para a conversão de NOx sobre um substrato disposto a jusante do filtro de particulado. O aumento da conversão de NOx do sistema e da contra-pressão do sistema reside dentro de um janela operacional alvejada.

“SISTEMA DE TRATAMENTO DE EMISSÕES PARA TRATAR UMA
CORRENTE DE GÁS DE DESCARGA DO MOTOR, E, MÉTODO PARA
TRATAR UMA CORRENTE DE GÁS DE DESCARGA DO MOTOR”

REFERÊNCIA CRUZADA E PEDIDOS RELACIONADOS

5 Este pedido reivindica o benefício de prioridade sob 35 U. S.
C. § 119(e) para o Pedido Provisório em Série Nº U.S. 61/140.731,
depositado em 24 de dezembro de 2008, que é incorporado neste documento
por referência.

FUNDAMENTOS

10 A presente invenção se refere a sistemas e métodos para tratar
emissões gasosas. Em uma modalidade específica, o sistema inclui um filtro
de particulados revestido com pelo menos um catalisador eficaz para
promover redução catalítica seletiva (“SCR”) de NO_x por um redutor, e um
substrato revestido com pelo menos um segundo catalisador de SCR.

15 A descarga de motor a diesel é uma mistura heterogênea que
inclui não apenas as emissões de gases como o monóxido de carbono (CO),
hidrocarbonetos não queimados (“HC”) e óxidos de nitrogênio (“NO_x”), mas
também materiais de fase condensada (líquidos e sólidos) que constituem os
chamados particulados ou material de particulado. Muitas vezes, as
20 composições de catalisador e substratos em que as composições são
eliminadas são fornecidas em sistemas de exaustão do motor a diesel para
converter alguns ou todos esses componentes de exaustão para os
componentes inócuos. Por exemplo, sistemas de exaustão a diesel podem
conter um ou mais de um catalisador de oxidação de diesel, um filtro de
25 fuligem e um catalisador para a redução de NO_x.

Catalisadores de oxidação que contêm metais do grupo da
platina, metais comuns e suas combinações são conhecidas por facilitar o
tratamento de exaustão do motor a diesel, promovendo a conversão de ambos
os poluentes HC e CO gasoso e alguma proporção do material particulado

através da oxidação destes poluentes em dióxido de carbono e água. Tais catalisadores tais têm sido geralmente contidos em unidades chamadas catalisadores de oxidação a diesel (“DOC”), que são colocados na descarga dos motores a diesel para tratar a exaustão antes de aberturas para a atmosfera. Além da conversão de HC, CO gasoso e material particulado, os catalisadores de oxidação que contêm metais do grupo platina (que geralmente são dispersos em um suporte de óxido refratário) promovem a oxidação do óxido nítrico (NO) a NO₂.

As emissões de partículas total questão de exaustão de diesel são compostas por três componentes principais. Um componente é o sólido, seco, a fração carbonácea sólida ou fração de fuligem. Esta matéria carbonácea seco contribui para as emissões de fuligem visíveis comumente associadas à exaustão de diesel. Um segundo componente do material particulado é a fração orgânica solúvel (“SOF”), a fração orgânica solúvel é por vezes referida como a fração de orgânicos voláteis (“VOF”), terminologia a qual será utilizada aqui. O VOF pode existir em exaustão diesel ou como um vapor ou como um aerossol (gotas finas de condensado líquido), dependendo da temperatura dos gases de exaustão de diesel, geralmente está presente como líquidos condensados na temperatura padrão de partículas coleção de 52°C na descarga diluídos, como prescrito por um teste de medição padrão, como o *U.S. Heavy Duty Transient Federal Test Procedure*. Estes líquidos surgem de duas fontes: (1) de óleo lubrificante retirado das paredes do cilindro do motor de cada vez que os pistões subirem e descerem, e (2) de combustível diesel não queimado ou parcialmente queimado.

O terceiro componente do material particulado é a chamada fração de sulfato. A fração de sulfato é formada de quantidades pequenas de componentes de enxofre presentes do combustível a diesel. Pequenas proporções de SO₃ são formadas durante a combustão do diesel, que, por sua vez, combina rapidamente coma água na exaustão para formar ácido

sulfúrico. O ácido sulfúrico é coletado como uma fase condensada com os particulados como aerossol, ou é absorvido sobre os componentes de particulados, e assim adicionado à massa do material particulado total.

Uma tecnologia pós-tratamento em uso para alta redução de material particulado é o filtro de particulados a diesel. Há muitas estruturas de filtro conhecidas que são eficazes para remover material particulado de exaustão de diesel, como filtros de fluxo de parede em forma alveolar, filtros de fibra tecida ou embalada, espumas com células abertas, filtros de metal sinterizado etc. No entanto, filtros de fluxo de parede de cerâmica, descritos abaixo, recebem maior atenção. Estes filtros são capazes de remover mais de 90% do material particulado de exaustão de diesel. O filtro é uma estrutura física para remover partículas de exaustão, e as partículas acumulativas aumentarão a contrapressão do filtro no motor. Assim, as partículas acumulativas têm de ser continuamente ou periodicamente queimadas para fora do filtro para manter uma contrapressão aceitável.

A redução catalítica seletiva de amônia (SCR) é uma tecnologia de abatimento de NO_x que será usada para cumprir alvos estritos de emissão de NO_x em diesel e motores de combustão pobre. No processo de SCR de amônia, NO_x (definido como a soma de $\text{NO} + \text{NO}_2$) é reagido com amônia (ou um precursor de amônia como uréia) para formar dinitrogênio (N_2) em uma catalisador tipicamente composto de metais de base.

Os filtros de fluxo de parede catalisada contendo um catalisador que promove SCR de NO_x assumem duas funções: remoção do componente particulado da corrente de exaustão e conversão do componente de NO_x da corrente de exaustão em N_2 . Os filtros de fluxo de parede revestida por SCR que podem alcançar objetivos de redução de NO_x exigem um carregamento suficiente de composição de catalisador de SCR no filtro de fluxo de parede sob limitações de espaço comuns em um veículo. A perda gradativa da eficácia catalítica das composições que ocorre ao longo da vida

útil através de exposição a certos componentes deletérios da corrente de exaustão ou altas temperaturas aumenta a necessidade de carregamentos de catalisador mais altos da composição catalisadora de SCR. No entanto, a preparação de filtros de fluxo de parede revestido com carregamentos de catalisador mais altos pode causar contrapressão inaceitavelmente alta dentro do sistema de exaustão. Um aumento na contrapressão pode ter um impacto adverso na eficácia do combustível.

Um aspecto adicional para consideração em revestido do filtro de fluxo de parede é a seleção da composição de catalisador de SCR apropriada. Primeiro, a composição de catalisador deve ser termicamente durável de modo que mantenha sua atividade catalítica de SCR mesmo após exposição prolongada a temperaturas mais altas que são características de regeneração de filtro. Por exemplo, a combustão da fração de fuligem do material particulado com frequência causa temperaturas acima de 700°C e superiores. Tais temperaturas fornecem muitas composições de catalisador de SCR comumente usadas como óxidos misturados de vanádio e titânio menos eficazes cataliticamente. Segundo, as composições de catalisador de SCR preferencialmente têm uma faixa de temperatura operacional suficiente de modo que possam acomodar as flutuações de temperatura variáveis nas quais o veículo opera. Temperaturas abaixo de 300°C são tipicamente encontradas, por exemplo, em condições de carga baixa, ou em partida. As composições de catalisador de SCR são preferencialmente capazes de catalisar a redução do componente NO_x da exaustão para atingir objetivos de redução de NO_x, mesmo em temperaturas de exaustão inferiores, especificamente quando o catalisador de SCR estiver disposto sobre um substrato de filtro como um filtro de fluxo de parede. No geral, o catalisador de SCR deve ter uma atividade específica alta combinada com uma estabilidade hidrotermicamente alta.

Os filtros de fluxo de parede contendo catalisadores de SCR e

técnicas de revestimento foram propostos como permitindo carregamentos de catalisador de SCR mais altos o filtro de fluxo de parede, ainda que permitindo ao filtro manter as características de fluxo que alcançam contrapressões aceitáveis. Embora tais filtros de fluxo de parede propostos e técnicas de revestimento tenham carregamentos de catalisador de SCR mais altos, seria desejável fornecer filtros de fluxo de parede e sistemas tendo carregamentos de catalisador inferiores que permitem administrar a contrapressão e a função catalítica do catalisador de SCR. Além disso, seria desejável fornecer artigos sistemas e métodos catalíticos que utilizam filtros de particulado revestidos com um catalisador de SCR em um carregamento que também alcança conversão de NO_x em temperatura inferior suficiente quando a corrente de gás de exaustão passa através do filtro, bem como exibe características de envelhecimento hidrotérmico aceitáveis.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Uma modalidade da presente invenção se refere a um sistema de tratamento de emissões para tratar uma corrente de gás de descarga de motor contendo NO_x e material particulado. Em uma modalidade, um sistema de tratamento de emissões para tratar uma corrente de gás de descarga de motor contendo uma concentração inicial de NO_x e material particulado, o sistema fornecendo uma contrapressão do sistema e uma de conversão de NO_x do sistema, o sistema compreende um filtro de particulado compreendendo um primeiro catalisador de SCR eficaz para conversão de NO_x disposto a jusante de um injetor redutor e tendo um carregamento na faixa de cerca de $0,1 \text{ g/in}^3$ ($62,50 \text{ g/l}$) e $2,5 \text{ g/in}^3$ ($156,25 \text{ g/l}$) com nenhum catalisador de SCR que interfira disposto entre o motor e o filtro de particulado; e um fluxo através de substrato carregado com um segundo catalisador de SCR eficaz para conversão de NO_x disposto a jusante do filtro de particulado, o carregamento de catalisador de filtro de particulado eficaz para fornecer um sistema de contrapressão que é menor do que cerca de 25% maior do que a

contrapressão do sistema associada a um sistema semelhante incluindo um filtro não carregado com catalisador, e a conversão de ciclo de NO_x do sistema na faixa de cerca de 50% e 100%.

5 O sistema pode ainda compreender um catalisador de oxidação disposto a jusante do filtro de particulado. Como alternativa, o sistema pode compreender um catalisador de oxidação disposto a jusante do filtro de particulado.

10 O sistema de tratamento pode ser operado para fornecer uma concentração de NO_x intermediária após a corrente de gás passar pelo filtro e uma concentração final de NO_x após a corrente de gás passar pelo substrato, e em que a conversão de NO_x do sistema com base na concentração de inicial NO_x e na concentração final de NO_x e um aumento na contrapressão do sistema se encontram em uma janela operacional baseada em uma conversão de NO_x do sistema alvejada mínima e um aumento de percentagem alvejado
15 máximo na contrapressão do sistema.

O sistema pode fornecer uma variedade de conversão de NO_x do sistema alvejada mínima, por exemplo, cerca de 60% e um aumento de percentagem máximo na contrapressão do sistema é de cerca de 25%.

20 Em uma ou mais modalidades, o filtro de particulado é um filtro de fluxo de parede em forma alveolar compreendendo uma pluralidade de paredes de extensão longitudinal e pelo menos cerca de 70% em volume do primeiro catalisador de SCR é localizado dentro das paredes do filtro de particulado. Em uma ou mais modalidades, pelo menos cerca de 80% em volume do primeiro catalisador de SCR é localizado dentro das paredes do
25 filtro de particulado. Em uma modalidade, pelo menos cerca de 90% em volume do primeiro catalisador de SCR é localizado dentro das paredes do filtro de particulado.

Em uma ou mais modalidades, o filtro compreende um filtro de alta eficácia que remove pelo menos cerca de 70% do material particulado

na corrente de gás. Em algumas modalidades, o filtro de particulado é um filtro de alta eficácia que remove pelo menos cerca de 80% do material particulado na corrente de gás.

5 O filtro de particulado pode ter uma porosidade na faixa de cerca de 40% e 90%, ou na faixa de cerca de 40% e 80%, ou na faixa de cerca de 40% e 70%.

Em uma ou mais modalidades, o primeiro catalisador de SCR é revestido em um comprimento axial do filtro de particulado que é inferior ao comprimento total axial do filtro.

10 Em uma ou mais modalidades, a conversão de NO_x que passa através do filtro de particulado fica na faixa de cerca de 10% e 90% da conversão de NO_x do sistema.

Em certas modalidades, o primeiro catalisador de SCR compreende um material particulado que fornece uma conversão de NO_x no primeiro catalisador de SCR de pelo menos cerca de 25% a 250°C para uma
15 corrente de gás de exaustão em uma velocidade espacial de cerca de 80.000 h^{-1} quando a corrente de gás compreende cerca de 500 ppm NO , cerca de 500 ppm de NH_3 e cerca de 5% de água no ar. Em uma modalidade específica, o primeiro catalisador de SCR compreende um material que fornece uma
20 conversão de NO_x no primeiro catalisador de SCR de pelo menos cerca de 30% a 250°C conforme medido pelo estado estático em uma velocidade espacial de cerca de 80.000 h^{-1} .

Em uma modalidade, o primeiro catalisador de SCR compreende um zeólito contendo Cu e tendo uma estrutura de CHA. Em uma
25 modalidade, o segundo catalisador de SCR compreende um zeólito contendo Cu tendo uma estrutura de CHA.

Em outras modalidades, o primeiro catalisador de SCR compreende um óxido misturado de V_2O_5 , WO_3 e TiO_2 . O segundo catalisador de SCR pode compreender um óxido misturado de V_2O_5 , WO_3 e

TiO₂. Em uma ou mais modalidades, o primeiro catalisador de SCR compreende um Fe contendo zeólito. Em uma ou mais modalidades, o segundo catalisador de SCR compreende um Fe contendo zeólito.

5 Em uma modalidade, o primeiro catalisador de SCR e o segundo catalisador de SCR são os mesmos. Em outras modalidades, o primeiro catalisador de SCR e o segundo catalisador de SCR são diferentes, o primeiro catalisador de SCR sendo operado para conversão de NO_x em temperaturas de corrente de gás mais altas e o segundo catalisador de SCR sendo operado para conversão de NO_x em temperaturas de corrente de gás mais baixas. O segundo catalisador de SCR em tais modalidades pode compreender um zeólito contendo Cu e tendo uma estrutura de CHA.

Outro aspecto da invenção se refere a um método para tratar uma corrente de gás de descarga de motor tendo uma concentração de NO_x inicial e eficaz para conversão de NO_x, compreendendo: definir uma janela operacional de sistema de gás de exaustão com base em uma conversão de NO_x do sistema alvejada mínima e um aumento de percentagem alvejado máximo na contrapressão do sistema, o aumento de percentagem na contrapressão do sistema com base em uma comparação da contrapressão do sistema associada a um filtro não carregado com catalisador a um sistema com um filtro carregado com catalisador; passando a corrente de gás através de um filtro de particulado disposto a jusante do motor, o filtro de particulado carregado com um primeiro catalisador de SCR eficaz para conversão de NO_x, a corrente de gás tendo uma concentração de NO_x intermediária após passar através do filtro de particulado, em que não é catalisador de SCR que intervém entre o filtro de particulado e motor, a corrente de gás de exaustão contendo um redutor que compreende um ou mais dentre precursores de hidrocarbonetos, amônia, uréia e amônia; e passando através da corrente de gás tendo a concentração de NO_x intermediária através de um segundo substrato carregado com um segundo catalisador de SCR disposto a jusante

do filtro de particulado eficaz para conversão de NO_x , em que a corrente de gás de saída do sistema de tratamento de emissões tem uma concentração final de NO_x , e em que a conversão de NO_x do sistema e a contrapressão do sistema estão dentro da janela operacional.

5 De acordo com uma modalidade do método, o filtro de particulado é um substrato de fluxo de parede em forma alveolar que tem uma porosidade na faixa de cerca de 50% e 80% e tem um carregamento de catalisador de SCR na faixa de cerca de $0,1 \text{ g/in}^3$ ($62,50 \text{ g/l}$) e $1,8 \text{ g/in}^3$ ($112,5 \text{ g/l}$). Em uma modalidade do método, a conversão de NO_x do sistema está na
10 faixa de cerca de 50% e 100% da concentração inicial de NO_x . Em pelo menos uma modalidade do método, a conversão de NO_x pelo filtro de particulado é na faixa de cerca de 10% à cerca de 90% da conversão de NO_x do sistema. Em uma modalidade do método, a conversão de NO_x do sistema alvejada mínima é de cerca de 60% e o aumento de percentagem alvejado
15 máximo na contrapressão do sistema é de cerca de 25%. Em uma modalidade do método, o primeiro catalisador de SCR é revestido em um comprimento axial do filtro de particulado que é menor do que o comprimento axial total do filtro.

O precedente descreveu bastante amplamente certas
20 características e vantagens técnicas da presente invenção. Deve ser apreciado por aqueles versados na técnica que as modalidades específicas descritas podem ser imediatamente utilizadas como base para modificar ou designar outras estruturas ou processos dentro do escopo da presente invenção. Também deve ser observado por aqueles versados na técnica que
25 interpretações equivalentes não se afastam da essência e escopo da invenção conforme estipulado nas reivindicações em anexo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 A é uma representação esquemática de um sistema de tratamento de emissões de acordo com uma modalidade da presente

invenção;

A Figura 1 B é uma representação esquemática de um sistema de tratamento de emissões de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção;

5 A Figura 2 é uma vista em perspectiva de um substrato de filtro de fluxo de parede;

A Figura 3 é uma vista seccional cruzada de uma seção de um substrato de filtro de fluxo de parede;

10 A Figura 4 é um gráfico que mostra os resultados da contrapressão e conversão de NO_x a 200°C para o Exemplo 2 em função do carregamento de catalisador e uma contrapressão mínima alvejada e conversão de NO_x a 200°C , um valor máximo alvejado para aumento de contrapressão de 15% como orientações para as amostras;

15 A Figura 5 é um gráfico que mostra a contrapressão e a conversão de NO_x a 200°C para o Exemplo 3 em função de carregamento de catalisador e o valor mínimo alvejado para conversão de NO_x a 200°C de 60% e um valor máximo alvejado para aumento de contrapressão de 15% como orientações para as amostras;

20 A Figura 6 é um gráfico que mostra os resultados da contrapressão e a conversão NO_x a 200°C para o Exemplo 4 em função de carregamento de catalisador para as séries e o valor mínimo alvejado para conversão de NO_x a 200°C de 60% e um valor máximo alvejado para aumento de contrapressão de 15% como orientações para as amostras; e

25 A Figura 7 é um gráfico que mostra os resultados da conversão de NO_x de ciclo acumulativo e descarga de NH_3 de ciclo acumulativo em função de NSR para o Exemplo 5.

DESCRIÇÃO DETALHADA

Os aspectos da invenção se referem a sistemas e métodos de tratamento de emissões para tratar descarga do motor. Em uma modalidade, é

fornecido um sistema que fornece de forma eficaz tratamento simultâneo do material particulado, NO_x e outros componentes gasosos de descarga de motor a diesel. O sistema de tratamento de emissões de acordo com esta modalidade utiliza um filtro de particulado integrado e catalisador de SCR e um catalisador de SCR a jusante em um substrato. O equilíbrio do aumento em contrapressão devido aos catalisadores do sistema e conversão de NO_x pode ser alcançado através de carregamento reduzido do filtro de particulado e seleção da composição do catalisador de SCR. Tal sistema representa uma utilização de espaço ideal abaixo do veículo em termos de contrapressão, volumes de catalisador e conversão de SCR para uma determinada atividade específica de SCR do catalisador e dos alvos de emissão regulatórios desejados.

Em uma modalidade, a integração de funções de redução de NO_x e remoção de particulados em um único artigo catalisador é realizada usando filtro de particulado na forma de um substrato de fluxo de parede revestido com uma composição de catalisador de SCR. Alcançar níveis práticos de composição de catalisador de SCR no substrato de fluxo de parede é importante para fornecer atividade catalítica suficiente para alcançar níveis ordenados de redução de NO_x , e para diminuir a temperatura de combustão da fração de fuligem presa no filtro. Alcançar níveis adequados de composições de lavagem por imersão de SCR no filtro de fuligem também é importante para garantir durabilidade adequada para o catalisador durante o envelhecimento térmico. Além disso, ao longo do uso extensivo do sistema de tratamento de emissões, os catalisadores são invariavelmente expostos a vários níveis de venenos de catalisador que podem ser originados através de quebra de óleos lubrificantes, ou podem surgir das impurezas no combustível a diesel. Exemplos de tais venenos de catalisador incluem fósforo, zinco, metais alcali e metais alcalino-terrosos. Níveis mais elevados de composições de catalisador são, portanto, tipicamente depositados em substratos de

catalisador para superar a perda inevitável de atividade catalítica.

Uma modalidade do sistema de tratamento de emissões inventivo é esquematicamente descrita na Fig. 1A. Como visto, a corrente de gás de exaustão contendo poluentes gasosos (inclusive hidrocarbonetos não-queimados, monóxido de carbono e NO_x) e material particulado do motor 15 é introduzida no sistema. Um redutor como hidrocarbonetos, amônia ou qualquer precursor de amônia (p. ex., uréia) ou qualquer outro material que mostra um potencial de redução alto o suficiente para facilitar a reação de SCR é injetado como um spray através de um injetor na forma de um bocal (não mostrado) na corrente de exaustão. A uréia aquosa mostrada em uma linha 18 pode servir como um precursor de amônia que pode ser misturado com ar em outra linha 19 em um injetor incluindo uma estação de mistura 16. O injetor também pode incluir uma válvula 14, que pode ser usada para medir quantidades precisas de uréia aquosa que são convertidas na corrente de exaustão em amônia. A corrente de exaustão com o redutor adicionado é transportada para o filtro de particulado 12 contendo um primeiro catalisador de SCR. Ao passar pelo filtro de particulado 12, o componente de NO_x é convertido através de redução catalítica seletiva de NO_x com amônia em nitrogênio. Não há catalisador de SCR que intervém disposto entre o motor 15 e o filtro de particulado 12.

O material particulado incluindo a fração de fuligem e VOF também são amplamente removido (mais de 80%) pelo filtro de particulado 12. O material particulado depositado no filtro de particulado 12 sofre combustão através da regeneração do filtro.

Após sair do filtro de particulado 12, a corrente de gás passa pelo substrato 13 contendo um segundo catalisador de SCR. O substrato 13 pode ser um fluxo através do substrato e é disposto a jusante do filtro particulado 12. A corrente de gás liberada pelo motor 15 contém uma concentração inicial de NO_x no local 3 antes de entrar no filtro de particulado

12, e concentração intermediária de NO_x no local 5 entre o filtro de particulado 12 e o substrato a jusante 13, e uma concentração final de NO_x no local 7 após passar pelo fluxo através do substrato 13. A conversão de NO_x do sistema obtida na corrente de gás com base na concentração inicial de NO_x e na concentração final de NO_x é maior do que cerca de 50%. A conversão de NO_x pelo filtro de particulado 12 é na faixa de cerca de 10% à cerca de 90% da conversão de NO_x do sistema integralmente medida ao longo de um ciclo de acionamento (como FTP 75 ou sob condições de reator simuladas). Conforme usada neste relatório descritivo e nas reivindicações, referências à conversão de NO_x e mudanças na contrapressão do sistema são feitas para conversão em estado estático (por exemplo, conforme descrito nos Exemplos 1 até o 4), e testes transientes sob condições de testes de motor (por exemplo, conforme descrito no Exemplo 5 HDD FTP).

De acordo com uma modalidade, a corrente de gás que passa através do sistema descrito acima causa aumento da contrapressão do sistema em menos do que cerca de 75%, em modalidades específicas, menos do que cerca de 50 %, e em modalidades mais específicas, menos do que cerca de 25%. O aumento na contrapressão do sistema é determinado em relação ao aumento de contrapressão resultante da passagem de corrente de gás através de um filtro não revestido. A contrapressão do sistema é medida por uma média de valores de fluxo frio em uma velocidade espacial, equivalente à vazão volumétrica da corrente de gás dividida pelo volume do sistema, entre 20.000 h^{-1} e 120.000 h^{-1} .

Um sistema de tratamento de emissões de acordo com uma modalidade da presente invenção permite operação dentro de uma janela definida por uma concentração de NO_x do sistema alvejada mínima e um aumento de percentagem alvejado máximo na contrapressão do sistema. Esta janela operacional fornece uma faixa em que a conversão alta de NO_x pode ser realizada sem causar um aumento de contrapressão excessivo e altamente

indesejável. Em uma modalidade, a conversão de NO_x do sistema alvejada mínima é de cerca de 60% e o aumento de percentagem alvejada máxima na contrapressão do sistema é de cerca de 25%. Outras conversões de NO_x do sistema alvejadas mínimas e aumento de percentagem alvejado máximo na
5 contrapressão do sistema também podem ser estabelecidos em conformidade com a presente invenção.

Composições de catalisador de SCR adequadas para uso no sistema são eficazes para catalisar a redução do componente de NO_x em temperaturas abaixo de 600°C , de modo que os níveis adequados de NO_x
10 possam ser tratados até mesmo sob condições de baixo carregamento que geralmente são associadas a temperaturas de exaustão mais baixas. Preferencialmente, o artigo catalisador é capaz de converter pelo menos 50% do componente NO_x em N_2 , dependendo da quantidade de redutor adicionada ao sistema. Além disso, as composições de catalisador de SCR para uso no
15 sistema também são idealmente capazes de auxiliar na regeneração do filtro diminuindo a temperatura na qual a fração de fuligem do material particulado sofre combustão. Em certas modalidades do sistema, o primeiro catalisador de SCR e/ou o segundo catalisador de SCR podem compreender um zeólito contendo Cu e tendo uma estrutura de CHA, um óxido misturado de V_2O_5 ,
20 WO_3 e TiO_2 , ou um zeólito dopado por Fe. As composições do primeiro catalisador de SCR e do segundo catalisador de SCR podem ser idênticas ou diferentes. Se forem diferentes, o primeiro catalisador de SCR será operável para conversão de NO_x em temperaturas de corrente de gás mais altas e o segundo catalisador de SCR será operável para conversão de NO_x em
25 temperaturas de corrente de gás inferiores. Além disso, as modalidades da invenção incluem combinações de diferentes materiais ativos de SCR em diferentes substratos de catalisadores ou em um arranjo de zona e um único substrato.

Composições de catalisador de SCR úteis usadas no sistema

inventivo também têm resistência à degradação inaceitável de atividade catalítica em temperaturas superiores a 650 °C. Tais temperaturas altas são frequentemente encontradas durante a regeneração de filtros de particulado. As composições de catalisador de SCR também devem resistir à degradação mediante exposição a componentes de enxofre, que frequentemente estão presentes em composições de gás de exaustão de diesel. O primeiro catalisador de SCR é selecionado para fornecer uma conversão de NO_x do sistema de pelo menos cerca de 25% a 250°C e uma velocidade espacial de cerca de 80.000 h^{-1} sob as condições de teste em referência acima. Preferencialmente, o primeiro catalisador de SCR é selecionado para fornecer uma conversão de NO_x do sistema de pelo menos cerca de 50% sob as mesmas condições.

Composições de catalisador de SCR adequadas são descritas, por exemplo, nas Patentes N^{os} 4.961.917 (a patente '917) e 5.516.497, que são ambas, portanto, incorporadas por referência integralmente. As composições descritas na patente '917 incluem um dentre, ou ambos os promotores de ferro e cobre presentes em um zeólito em uma quantidade de cerca de 0,1 a 30 por cento por peso, preferencialmente de cerca de 1 a 5 por cento por peso, do peso total do promotor mais o zeólito. Além de sua capacidade de catalisar a redução de NO_x com NH_3 para N_2 , as composições descritas também podem promover a oxidação de NH_3 em excesso com O_2 , especialmente para aquelas composições tendo concentrações de promotor mais altas.

Os zeólitos usados em tais composições são resistentes a envenenamento por enxofre, sustentam um alto nível de atividade para o processo de SCR, e são capazes de oxidação de amônia em excesso com oxigênio. Estes zeólitos têm o tamanho do poro grande o suficiente para permitir movimento adequado das moléculas reagentes NO e NH_3 para dentro, e das moléculas produto N_2 e H_2O para fora do sistema de poros na presença de moléculas de óxido de enxofre resultantes de envenenamento por

enxofre a curto prazo, e/ou depósitos de sulfato resultantes de envenenamento por enxofre a longo prazo. O sistema de poros de tamanho adequado é interligado em todas as três dimensões cristalográficas. Como é bem conhecido para aqueles versados na técnica de zeólitos, a estrutura cristalina dos zeólitos exibe uma estrutura de poros complexa tendo ligações, interseções e semelhantes de recorrência mais ou menos regular. Poros tendo uma característica específica, como um determinado diâmetro de dimensão ou configuração seccional cruzada, são considerados como tendo uma dimensão se estes poros não fizerem interseção com outros poros semelhantes. Se os poros fizerem interseção somente em um determinado plano com outros poros semelhantes, os poros de tal característica são considerados interligados em duas dimensões (cristalográfica). Se os poros fizerem interseção com outros poros semelhantes localizados no mesmo plano ou em outros planos, tais poros semelhantes são considerados interligados em três dimensões, i.e., sendo “tridimensionais”. Foi descoberto que os zeólitos que são altamente resistentes a envenenamento por sulfato e fornecem boa atividade para ambos o processo de SCR e oxidação de amônia com oxigênio, e que retém boa atividade mesmo quando submetidos a altas temperaturas, condições hidrotérmicas e venenos de sulfato, são zeólitos com poros que exibem um diâmetro de poro de pelo menos cerca de 7 Angstroms e são interligados em três dimensões. Sem comprometimento a nenhuma teoria específica, acredita-se que a interligação de poros de pelo menos 7 Angstroms de diâmetro em três dimensões fornece boa mobilidade de moléculas de sulfato ao longo da estrutura do zeólito, permitindo assim que as moléculas de sulfato sejam liberadas do catalisador para liberar um grande número dos locais absorventes disponíveis para moléculas de reagentes NO_x e NH_3 e moléculas de reagentes NH_3 e O_2 . Quaisquer zeólitos que atendam os critérios anteriores para uso nas práticas da presente invenção; zeólitos específicos que atendem estes critérios são USY_1 Beta e ZSM-20. Outros zeólitos trocados por íons de

metal também pode satisfazer os critérios mencionados acima.

As composições específicas de zeólitos que podem ser usadas em conformidade com uma ou mais modalidades da invenção incluem zeólitos tendo a estrutura de cristal de CHA. O zeólito de CHA pode conter
5 cobre. Exemplos de zeólitos de CHA têm uma razão de sílica a alumina (SAR) maior do que cerca de 15, e o teor de cobre excedendo cerca de 0,2 % em peso em uma modalidade mais específica, a razão de mol de sílica a alumina é de cerca de 15 à cerca de 256, e o teor de cobre de cerca de 0,2 % em peso à cerca de 5% em peso. Outras composições úteis para SCR incluem
10 peneiras moleculares não-zeolíticas tendo a estrutura de cristal de CHA. Por exemplo, silícioaluminofosfatos como SAPO-34, SAPO-44 e SAPO-18 podem ser usados em conformidade com uma ou mais modalidades.

Quando depositadas nos substratos de monólitos de fluxo de parede, tais composições de catalisadores de SCR são depositadas em
15 concentrações na faixa de cerca de 0,1 g/in³ (62,50 g/l) a 1,3 g/in³ (81,25 g/l) para garantir que os níveis desejados de redução de NO_x e remoção de particulado sejam alcançados e para garantir durabilidade adequada do catalisador ao longo de uso extensivo. O uso de catalisadores específicos, por exemplo, um zeólito tendo a estrutura de CHA e contendo cobre são
20 especificamente úteis para fornecer substratos de fluxo de parede tendo carregamentos na faixa de cerca de 0,1 g/in³ (62,50 g/l) a 2,5 g/in³ (156,25 g/l), em modalidades específicas na faixa de cerca de 0,1 g/in³ (62,50 g/l) a 1,8 g/in³ (112,50 g/l), e em modalidades mais específicas na faixa de cerca de 0,1 g/in³ (62,50 g/l) a 1,3 g/in³ (81,25 g/l). Extremidades superiores
25 adequadas do carregamento incluem 1,9 g/in³ (12,35 g/l), 2,0 g/in³ (13 g/l), 2,1 g/in³ (131,25 g/l), 2,2 g/in³ (14,3 g/l), 2,3 g/in³ (14,95 g/l), 2,4 g/in³ (15,6 g/l).

Uma segunda modalidade de um sistema de tratamento de emissões é ilustrada na Fig. 1 B, que é semelhante ao sistema mostrado na

FIG. 1 A. O sistema na FIG. 1 B inclui um catalisador de oxidação 11 localizado a montante do filtro de particulado 12. No catalisador de oxidação 11, hidrocarbonetos gasosos não-queimados e não-voláteis (i.e., VOF) e monóxido de carbono são amplamente submetidos a combustão para formar dióxido de carbono e água. A remoção de proporções substanciais do VOF usando o catalisador de oxidação, especialmente, ajuda a impedir que um depósito muito grande de material particulado no filtro de particulado 12 (i.e., obstrução), que é posicionado a jusante no sistema. Além disso, uma proporção substancial de NO componente de NO_x é oxidada para NO_2 no catalisador de oxidação. O aumento de proporção de NO_2 no NO_x devido à ação catalítica do catalisador de oxidação a montante facilita a redução do NO_x em comparação a correntes de exaustão contendo proporções menores de NO_2 no componente de NO_x .

O catalisador de oxidação 11 pode ser formado a partir de qualquer composição que forneça combustão eficaz de hidrocarbonetos gasosos não-queimados e não-voláteis (i.e., o VOF) e monóxido de carbono. Além disso, o catalisador de oxidação deve ser eficaz para converter uma proporção substancial de NO do componente de NO_x em NO_2 . Conforme usado aqui, o termo conversão “substancial” de NO do componente de NO_x em NO_2 significa pelo menos 5%, pelo menos 10%, pelo menos 15%, pelo menos 20%, pelo menos 20%, pelo menos 25%, pelo menos 30%, pelo menos 35%, pelo menos 40%, e mais especificamente na faixa de cerca de 30% e 50%, e em algumas modalidades, até cerca de 60% de conversão em uma temperatura de pelo menos 200°C. As composições de catalisadores tendo estas propriedades são conhecidas na técnica, e incluem composições com base de metal do grupo platina e metal de base. As composições de catalisador podem ser revestidas em substratos monólitos através de fluxo em forma alveolar formados de materiais metálicos refratários ou cerâmicos (p. ex., cordierita). Como alternativa, os catalisadores de oxidação podem ser

formados em substratos de espuma metálicos ou cerâmicos que são bem conhecidos na técnica. Estes catalisadores de oxidação, em virtude do substrato no qual são revestidos (p. ex., espuma cerâmica de células abertas), e/ou em virtude de sua atividade catalítica de oxidação intrínseca fornecem algum nível de remoção de particulado. Preferencialmente, o catalisador de oxidação remove algum material particulado a partir de corrente de exaustão a montante do filtro de fluxo de parede, uma vez que a redução na massa de particulado no filtro potencialmente aumenta o tempo antes de regenerações forçadas.

Uma composição de catalisador de oxidação adequada que pode ser usada no sistema de tratamento de emissões contém um componente de grupo de platina (p. ex., componentes de platina, paládio ou ródio) disperso em um suporte de óxido refratário de área de superfície alta (p. ex., gama-alumina) que é combinado com um componente de zeólito (preferencialmente um zeólito beta). Um componente metal do grupo platina é platina. Quando a composição for disposta em um substrato de óxido refratário, p. ex., um fluxo através de substrato em forma alveolar, a concentração de platina é geralmente na faixa de cerca de 10 a 120 g/ft³ de platina.

As composições com base de metal do grupo platina adequadas para uso na formação de catalisador de oxidação são descritas na Patente Nº U.S. 5.100.632 (patente '632) incorporada neste documento por referência. A patente '632 descreve composições que têm uma mistura de platina, paládio, ródio e rutênio e um metal alcalino terroso como óxido de magnésio, óxido de cálcio, óxido de estrôncio ou óxido de bário com uma razão atômica entre o metal do grupo platina e o metal alcalino terroso de cerca de 1:250 à cerca de 1:1, e especificamente de cerca de 1:60 à cerca de 1:6.

As composições de catalisador adequadas para o catalisador de oxidação também podem ser formadas usando metais de base como agentes

catalisadores. Por exemplo, a Patente N° U.S. 5.491.120 (cuja descrição é incorporada neste documento por referência) descreve composições de catalisador de oxidação que incluem um material catalítico tendo uma área de superfície BET de pelo menos cerca de $10 \text{ m}^2/\text{g}$ e consiste essencialmente de um segundo óxido de metal volumoso que pode ser um ou mais dentre titânio, zircônia, céria-zircônia, sílica, alumina-sílica e alfa-alumina.

Também são úteis as composições de catalisador descritas na Patente N° U.S. 5.462.907 (patente '907, cuja descrição é incorporada neste documento por referência. A patente '907 se refere a composições que incluem um material catalítico contendo céria e alumina cada um tendo uma área de superfície de pelo menos cerca de $10 \text{ m}^2/\text{g}$, por exemplo, céria e alumina ativada em uma razão de peso de cerca de 1,5:1 a 1:1,5. Opcionalmente, a platina pode ser incluída nas composições descritas na patente '907 em quantidades eficazes para promover oxidação de fase de gás de CO hidrocarbonetos não-queimados, mas que são limitadas a impedir oxidação excessiva de SO para SO_2 . Como alternativa, paládio em qualquer quantidade desejada por ser incluído no material catalítico.

Substratos de fluxo de parede úteis para suportar as composições de catalisador de SCR de acordo com as modalidades da invenção têm uma pluralidade de passagens de fluxo de gás substancialmente paralelas e finas que se estendem ao longo do eixo longitudinal do substrato. Geralmente, cada passagem é bloqueada em uma extremidade do corpo do substrato, com passagens alternativas bloqueadas em faces de extremidades opostas. Tais transportadores monolíticos podem conter até cerca de 700 ou mais passagens de fluxo (ou “células”) por polegada quadrada ($6,45 \text{ cm}^2$) de seção transversal, embora muito menos possam ser usados. Por exemplo, o transportador pode ter de cerca de 7 a 600, mais geralmente cerca de 100 a 400 células por polegada quadrada ($6,45 \text{ cm}^2$) (“cpsi”). As células podem ter seções transversais que são retangulares, quadradas, circulares, ovais,

triangulares, hexagonais ou de outras formas poligonais. Os substratos de fluxo de parede geralmente têm uma espessura de parede entre 0,002 (50,8 μm) e 0,1 polegadas (2,54 mm). Substratos de fluxo de parede adequados têm espessura de parede entre 0,002 (50,8 μm) e 0,015 polegadas (0,381 μm).

5 As Figs. 2 e 3 ilustram substrato de filtro de fluxo de parede 30 que tem uma pluralidade de passagens 52. As passagens são tubularmente alojadas pelas paredes internas 53 do substrato de filtro. O substrato tem uma extremidade de entrada 54 e uma extremidade de saída 56. Passagens alternativas são plugadas na extremidade de entrada com os plugues de
10 entrada 58, e a extremidade de saída com os plugues de saída 60 para formar padrões de quadro de verificação opostos na entrada 54 e saída 56. Uma corrente de gás 62 entra através da entrada do canal não plugado 64, é parada pelo plugue de saída 60 e difundida através das paredes do canal 53 (que são porosas) para o lado de saída 66. O gás não pode passar de volta para o lado
15 de entrada das paredes devido aos plugues de entrada 58.

Substratos de filtro de fluxo de parede adequados são compostos de materiais semelhantes à cerâmica como cordierita, alfa-alumina, carboneto de silício, nitreto de silício, zircônia, mulito, espodumeno, alumina-silícia-magnésio ou silicato de zircônio, ou de metal poroso,
20 refratário. Substratos de fluxo de parede também podem ser formados de materiais compostos de fibra cerâmica. Os substratos de fluxo de parede adequados são formados a partir de cordierita e carbonato de silício. Tais materiais são capazes de suportar o ambiente, especificamente altas temperaturas, encontradas no tratamento de correntes de exaustão. O filtro de
25 fluxo de parede pode ser revestido com catalisador de SCR por todo o comprimento axial, ou uma porção do comprimento axial total do filtro em uma configuração revestida por zona.

Adequados substratos de fluxo de parede para uso no sistema da invenção incluem finas paredes porosas com forma de favos de mel

(monólitos) através das quais o fluxo de fluido passa sem causar um aumento muito grande na contrapressão ou de pressão através do artigo. Normalmente, a presença de um artigo de parede de fluxo limpo irá criar uma contrapressão da coluna de água que 1 polegada (25,4 mm) para 10 psig (68,9 kPa). Em uma modalidade, os substratos de fluxo de parede de cerâmica usados no sistema são formados de um material com uma porosidade de pelo menos 40% ou 45% (por exemplo, de 40% até 80%) tendo um tamanho médio de poros de pelo menos 5 microns (por exemplo, de 5 a 30 microns). Em modalidades específicas, essas matérias têm uma porosidade de pelo menos 50% (por exemplo, de 50% até 80%). A porosidade do material que forma as paredes pode ser definida pela densidade da parede contra a densidade teórica do material. Em modalidades específicas, os substratos têm uma porosidade de pelo menos 55% e têm uma dimensão média do poro de pelo menos 10 microns. Quando os substratos com essas porosidades e estes tamanhos médios de poros são revestidos com as técnicas descritas abaixo, níveis adequados de composições de catalisador SCR podem ser carregados em substratos para alcançar excelentes eficiências de conversão de NOx. Estes substratos são ainda capazes reter adequadas características de descarga de ar, ou seja, aceitáveis pressões de retorno, apesar do carregamento de catalisador SCR. Pat. U.S. N° 4,329,162 é incorporada no presente documento por referência no que diz respeito à descrição de adequados substratos fluxo de parede. O filtro de partículas 12 também pode ser um filtro de alta eficiência que remove, pelo menos, cerca de 70% do material particulado no fluxo de gás.

Típicos filtros de fluxo de parede em uso comercial são tipicamente formados com inferiores porosidades de parede, por exemplo, de cerca de 35% até 50%, do que os filtros de fluxo de parede utilizados na invenção. Em geral, a distribuição de tamanho dos poros dos filtros de fluxo de parede comerciais é geralmente muito ampla, com uma dimensão média de

poro menor do que 17 microns.

O filtro de fluxo de parede poroso utilizado na presente invenção é catalisado em que a parede do referido elemento possui sobre ela, ou contida nela um ou mais materiais catalíticos. Os materiais catalíticos
5 podem estar presentes no lado de entrada de parede elemento sozinho, do lado de saída sozinho, de ambos os lados de entrada e saída, ou a própria parede pode consistir integralmente, ou em parte, do material catalítico. Esta invenção inclui o uso de uma ou mais camadas de materiais catalíticos e combinações de uma ou mais camadas de materiais catalíticos nas paredes de
10 entrada e/ou de saída do elemento. Em uma modalidade do sistema de tratamento de emissões, o primeiro catalisador SCR está localizado dentro das paredes do filtro de partículas 12 na faixa de cerca de 70% - 100% em volume.

Para revestir os substratos de fluxo de parede com a
15 composição catalisadora SCR, os substratos são imersos verticalmente em uma porção da pasta fluida do catalisador de tal forma que o topo do substrato está localizado logo acima da superfície da pasta fluida. Dessa forma a pasta fluida faz contato com a face de entrada de cada parede com forma de favos de mel, mas é impedida de entrar em contato com a face de saída de cada
20 parede. A amostra é deixada na pasta fluida por cerca de 30 segundos. O substrato é removido da pasta fluida e o excesso de pasta fluida é removido do substrato de fluxo de parede primeiramente permitindo que a sua drenagem dos canais, em seguida, soprando com ar comprimido (contra a direção de penetração da pasta fluida), e em seguida puxando um vácuo da direção de
25 penetração da pasta fluida. Usando esta técnica, a pasta fluida do catalisador permeia as paredes do substrato, mas os poros não são ocluídos, na medida em que uma contrapressão indevida se construirá no substrato produzido. Como usado aqui, o termo “permear” quando usado para descrever a dispersão da pasta fluida de catalisador sobre o substrato, significa que a

composição catalisadora é dispersa por toda a parede do substrato.

Os substratos revestidos são secos normalmente em cerca de 100°C e calcinados em uma temperatura mais elevada (por exemplo, 300°C até 450°C). Após a calcinação, o carregamento de catalisador pode ser determinado através do cálculo dos pesos do substrato com e sem revestimento. Como será evidente para as pessoas versadas na técnica, o carregamento de catalisador pode ser modificado pela alteração do teor de sólidos da pasta fluida de revestimento. Alternativamente, repetidas imersões do substrato na pasta fluida de revestimento podem ser realizadas, seguidas da remoção da pasta fluida em excesso, como descrito acima.

EXEMPLOS:

Exemplo 1. Revestimento de SCR em um substrato de filtro de fluxo de parede

O catalisador SCR foi carregado em um núcleo do filtro de cordierita com porosidade de 65% medindo 1" (25,4 μm) de diâmetro por 3" (76,2 μm) de comprimento. Assim, um zeólito de aluminossilicato de metal trocado tendo uma estrutura CHA, ou seja, Cu SSZ13, o catalisador em pó foi misturado com água e moído de modo que 90% das partículas tinham um diâmetro de menos de 5 microns (ou seja, $D_{90} < 5 \mu$). A pasta fluida resultante foi diluída em 24% de sólidos por peso. O núcleo do filtro foi mergulhado na pasta fluida, até ser completamente imerso e em seguida removido para drenar o excesso de pasta fluida, seguido por sopro com ar comprimido para remover a pasta fluida das paredes. Depois que toda a pasta fluida em excesso foi retirada das paredes e dos canais, a peça foi seca sob fluxo de ar em 120°C por 30 minutos. A amostra seca foi e então calcinada em ar estático por 1 hora em 450°C. O carregamento de catalisador resultante na peça foi de 1,22 g/in³ (65,25 g/l). As medições de queda de pressão foram tomadas antes e após o revestimento com uma bancada de Superfluxo. O fluxo foi medido em 4, 6, 8, 10 (254 mm), 12 (304,8 mm) e 15" (381 mm) de água antes do revestimento

e, novamente, após o revestimento. A redução do fluxo foi registrada e, em seguida, teve sua média calculada para render um único aumento de contrapressão com revestimento de 9,53%. Após o revestimento, a amostra foi deixada a 750°C por 5 horas sob um fluxo de ar com 10% de vapor.

- 5 O desempenho de SCR da amostra revestida foi medido em um reator revestido de quartzo com um abastecimento de gás que compreende 500 ppm NO, 500 ppm NH₃, H₂O 5%, 10% O₂, e N₂ de equilíbrio. O fluxo total de fluxo de gás através da amostra foi de 22,5 L, resultando em uma velocidade espacial de gás por hora de aproximadamente 37.000 h⁻¹. A atividade catalítica de SCR da amostra foi testada, estabilizando em 200°C durante 15 minutos e depois medindo o NO à jusante, as concentrações de gás de NO₂, N₂O e NH₃ com um FTIR. As concentrações de gás foram levadas a 250, 300, 350 e 450°C da mesma maneira. A conversão de "NO_x" da amostra foi então registrada como uma redução % na concentração de NO em cada ponto de
- 15 temperatura, e é apresentada na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1, conversão de NO_x de SCR em um filtro de cordierita com 65% de porosidade.

T Temperatura	200	250	300	350	450
NO _x	89.2	93.8	95.1	91.1	81.4

Exemplo 2. Estudo do carregamento de Catalisador de SCR em núcleos de filtro de fluxo de parede com 65% de cordierita

- 20 Usando os métodos do exemplo 1, uma série de amostras foi criada pelo carregamento de núcleos de filtro de cordierita com 65% de porosidade, 1" X 3" (15,4 mm X 76,2 mm), com um catalisador SCR de Cu SSZ13 usando diferentes pastas fluidas sólidas. Assim, as pastas fluidas contendo de 10 até 35% de sólidos por peso foram usadas para criar amostras

com carregamento de catalisador de 0,4 (25 g/l) até 1,9 g/in³ (118,75 g/l). O aumento de contrapressão e o desempenho catalítico de SCR foram medidos para cada uma das amostras. Os resultados da contrapressão e da conversão de NOx a 200°C são representados graficamente na Figura 4 como uma função do carregamento de catalisador para a série. A Figura 4 mostra também o valor mínimo alvo de conversão de NOx a 200°C de 60% e um valor máximo alvo para aumentar a contrapressão de 15% conforme as diretrizes para as amostras. Com esses valores-alvo em mente, é claro que em carregamentos menores, o desempenho catalítico de SCR é abaixo da meta, enquanto em altos carregamento de catalisador o aumento da contrapressão no revestimento é acima da meta. A faixa ideal de carregamento de catalisador para a melhor operação de SCR com a melhor contrapressão é, portanto, identificada como a caixa tracejada.

Exemplo 3. Estudo do carregamento de Catalisador de SCR em núcleos de filtro de fluxo de 65% de cordierita

Usando os métodos do exemplo 1, uma série de amostras foi criada pelo carregamento de núcleos de filtro de cordierita com 60% de porosidade, 1" X 3" (15,4 mm X 76,2 mm), com um catalisador SCR de Cu SSZ13 usando diferentes pastas fluidas sólidas. Assim, as pastas fluidas contendo de 10 até 30% de sólidos por peso foram usadas para criar amostras com carregamento de catalisador de 0,4 (25g/l) até 2,2 g/in³ (137,5 g/l). O aumento de contrapressão e o desempenho catalítico de SCR foram medidos para cada uma das amostras. Os resultados da contrapressão e da conversão de NOx a 200°C são representados graficamente na Figura 5 como uma função do carregamento de catalisador para a série. A Figura 5 mostra também o valor alvo mínimo de conversão de NOx a 200°C de 60% e um valor alvo máximo para aumento da contrapressão em 15% conforme as diretrizes para as amostras. Com esses valores-alvo em mente, é claro que em carregamentos menores, o desempenho catalítico de SCR é abaixo da meta,

enquanto em altos carregamento de catalisador o aumento da contrapressão no revestimento é acima da meta. A faixa ideal de carregamento de catalisador para a melhor operação de SCR com a melhor contrapressão é, portanto, apontada como a linha tracejada, que é uma variação muito menor do que a do exemplo n ° 2. Exemplo 4. Estudo do carregamento de Catalisador de SCR em núcleos de filtro de 60% de SiC

Usando os métodos do exemplo 1, uma série de amostras foi criada pelo carregamento de núcleos de filtro de cordierita com 65% de porosidade, 1" X 3" (15,4 mm X 76,2 mm), com um catalisador SCR de Cu SSZ13 usando diferentes pastas fluidas sólidas. Assim, as pastas fluidas contendo de 10 até 30% de sólidos por peso foram usadas para criar amostras com carregamento de catalisador de 0,34 até 2,1 g/in³ (21,25 g/l) até (131,25 g/l). O aumento de contrapressão e o desempenho catalítico de SCR foram medidos para cada uma das amostras. Os resultados da contrapressão e da conversão de NOx a 200°C são representados graficamente na Figura 6 como uma função do carregamento de catalisador para a série. A Figura 6 mostra também o valor alvo mínimo de conversão de NOx a 200°C de 60% e um valor alvo máximo para aumento da contrapressão em 15% conforme as diretrizes para as amostras. Com esses valores-alvo em mente, é claro que em carregamentos menores, o desempenho catalítico de SCR é abaixo da meta, enquanto em altos carregamento de catalisador o aumento da contrapressão no revestimento é acima da meta. A faixa ideal de carregamento de catalisador para a melhor operação de SCR com a melhor contrapressão é, portanto, identificada como a caixa tracejada.

Exemplo 5. Teste de motor de um SCR em Filtro mais um sistema de SCR à jusante.

O catalisador de SCR que compreende zeólito Beta Fe foi carregado em um substrato de filtro de fluxo de parede de cordierita de 9" X 10" (228,6 X 254 mm) com porosidade nominal de 60% usando os métodos

de exemplo # 1. O carregamento do catalisador de SCR foi de $1,7 \text{ g/in}^3$ ($106,25 \text{ g/l}$). O catalisador de SCR no filtro (SCRf) mais SCR no fluxo através do sistema foi testado em uma célula de teste de motor para que a descarga do motor fosse alvejada através de um DOC seguido por SCRf e, em seguida, o catalisador de SCR. O sistema foi testado através do ciclo de Protocolo de Teste Federal (FTP) padrão. As concentrações de NO , NO_2 e NH_3 foram medidas antes de SCRf (indicadas como as emissões do motor), após SCRf e depois de SCR (ou emissões da ponteira de escapamento). Assim, as conversões de NO_x através de SCRf, e SCRf mais SCR poderiam ser ambas calculadas. O teste FTP foi repetido em uma série de razões de NH_3 injetado/emissões de NO_x (NSR) de 0,8 para 1,2. A Figura 7 mostra os resultados do ciclo cumulativo de conversão de NO_x e ciclo cumulativo de NH_3 de descarga como uma função de NSR. A conversão de NO_x sobre o componente SCRf varia entre aproximadamente 64% em um NSR de 0,8 até cerca de 75% em um NSR de 1,2. A conversão de NO_x da combinação de SCRf e de SCR sobre a mesma faixa de NSR é de 68% até 89%. Além disso, a descarga NH_3 de SCRf aumenta em menos de 0,5 g até 4 g durante o ciclo no aumento de NSR de 0,8 até 1,2, mas a descarga de NH_3 de SCRf + SCR vai de 0 até aproximadamente 0,25 g sobre a mesma faixa. Isso mostra que a peça de SCRf por si só é incapaz de converter completamente todo NO_x provenientes do motor, mas a combinação dos dois componentes, SCRf + SCR é capaz de remover o NO_x em níveis aceitáveis, evitando a descarga adicional de NH_3 .

A referência ao longo desta especificação para “uma modalidade”, “certas modalidades”, “uma ou mais modalidades” ou “uma modalidade” significa que um determinado recurso, estrutura, material ou característica descrita em conexão com a modalidade está incluída em pelo menos uma modalidade da invenção. Assim, as aparências das frases tais como “em uma ou mais modalidades”, “em certas modalidades”, “em uma

modalidade” ou “em uma modalidade” em vários lugares ao longo desta especificação não estão necessariamente referindo-se à mesma modalidade da invenção. Além disso, as características, estruturas, materiais, ou características específicas podem ser combinadas de qualquer forma adequada em uma ou mais modalidades. A ordem de descrição do método acima não deverá ser considerada limitadora, e os métodos podem utilizar as operações descritas fora de ordem ou com omissões ou acréscimos.

É preciso entender que a descrição acima tem finalidade ilustrativa, e não restritiva. Muitas outras modalidades serão evidente para as pessoas versadas na técnica ao revisar a descrição acima. O escopo da invenção, portanto, deverá ser determinado com referência às reivindicações anexadas, juntamente com o escopo completo dos equivalentes para os quais as reivindicações são alvejadas.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de tratamento de emissões para tratar uma corrente de gás de descarga do motor (15) contendo uma concentração inicial de NO_x e material particulado, o sistema fornecendo uma contra-pressão do sistema e uma conversão de NO_x do sistema, caracterizado pelo fato de compreender:

um injetor redutor;

um filtro de particulado (12) compreendendo um primeiro catalisador de SCR eficaz para a conversão de NO_x disposto a jusante do injetor redutor e tendo um carregamento na faixa de 0,1 g/in³ (6,1 g/l) e 1,8 g/in³ (109,0 g/l) sem a interferência de catalisadores de SCR dispostos entre o motor (15) e o filtro de particulado (12); em que o filtro de particulado (12) é um filtro de fluxo de parede em forma alveolar compreendendo uma pluralidade de paredes se estendendo longitudinalmente, que tem uma porosidade na faixa de 50% e 80%, e em que o primeiro catalisador de SCR é localizado dentro das paredes do filtro de particulado (12); e

uma corrente através do substrato (13) carregado com um segundo catalisador de SCR eficaz para a conversão de NO_x disposto a jusante do filtro de particulado (12), em que o primeiro catalisador de SCR e o segundo catalisador de SCR são diferentes, o primeiro catalisador de SCR sendo operável para a conversão de NO_x em temperaturas da corrente de gás maiores e o segundo catalisador de SCR sendo operável para a conversão de NO_x em temperaturas da corrente de gás menores, em que o segundo catalisador de SCR compreende um zeólito contendo Cu e tendo uma estrutura CHA.

2. Sistema de tratamento de emissões de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente um catalisador de oxidação disposto a montante ou a jusante do filtro de particulado (12).

3. Sistema de tratamento de emissões de acordo com a

reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o primeiro catalisador de SCR é revestido em um comprimento axial do filtro de particulado (12) que é menor do que o comprimento total axial do filtro.

4. Sistema de tratamento de emissões de acordo com a
5 reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o primeiro catalisador de SCR compreende um zeólito contendo Cu e tendo uma estrutura CHA.

5. Sistema de tratamento de emissões de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o primeiro catalisador de SCR compreende um óxido misturado de V_2O_5 , WO_3 e TiO_2 .

10 6. Sistema de tratamento de emissões de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o primeiro catalisador de SCR compreende um Fe contendo zeólito.

7. Método para tratar uma corrente de gás de descarga do motor (15) a partir do sistema de tratamento de emissões como definido na
15 reivindicação 1 tendo uma concentração de NO_x inicial e eficaz para a conversão de NO_x , caracterizado pelo fato de compreender:

definir uma janela operacional do sistema de gás de descarga com base em uma conversão de NO_x do sistema mínima alvejada e um aumento percentual alvejado máximo na contra-pressão do sistema, o
20 aumento percentual na contra-pressão do sistema com base em uma comparação da contra-pressão do sistema associado a um filtro não carregado com catalisador para um sistema com um filtro carregado com catalisador;

passar a corrente de gás através de um filtro de particulado (12) disposto a jusante do motor (15), o filtro de particulado (12) carregado
25 com um primeiro catalisador de SCR eficaz para a conversão de NO_x , a corrente de gás tendo uma concentração de NO_x intermediária após passar através do filtro de particulado (12), em que não há interferência do catalisador de SCR entre o filtro de particulado (12) e o motor (15), a corrente de gás de descarga contendo um redutor compreendendo um ou mais dos

precursores de hidrocarboneto, amônia, ureia e amônia; e

passar a corrente de gás tendo a concentração de NO_x intermediária através de um segundo substrato carregado com um segundo catalisador de SCR disposto a jusante do filtro de particulado (12) eficaz para a conversão de NO_x , em que a corrente de gás que sai do sistema de tratamento de emissões tem uma concentração de NO_x final, e em que a conversão de NO_x do sistema e a contra-pressão do sistema estão dentro da janela operacional, em que o segundo substrato é uma corrente através do substrato (13),

em que o filtro de particulado (12) é um filtro de fluxo de parede em forma alveolar que tem uma porosidade na faixa de 50% e 80% e tem um carregamento do catalisador de SCR na faixa de 0,1 g/in³ (6,1 g/l) e 1,8 g/in³ (109,0 g/l), em que o primeiro catalisador de SCR é localizado dentro das paredes do filtro de particulado (12); e

em que o primeiro catalisador de SCR e o segundo catalisador de SCR são diferentes, o primeiro catalisador de SCR sendo operável para a conversão de NO_x em temperaturas da corrente de gás maiores e o segundo catalisador de SCR sendo operável para a conversão de NO_x em temperaturas da corrente de gás menores, em que o segundo catalisador de SCR compreende um zeólito contendo Cu e tendo uma estrutura CHA.

8. Método para tratar uma corrente de gás de descarga do motor (15) de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a conversão de NO_x do sistema mínima alvejada é de 60% e o aumento percentual alvejado máximo na contra-pressão do sistema é de 25%.

FIG. 1A

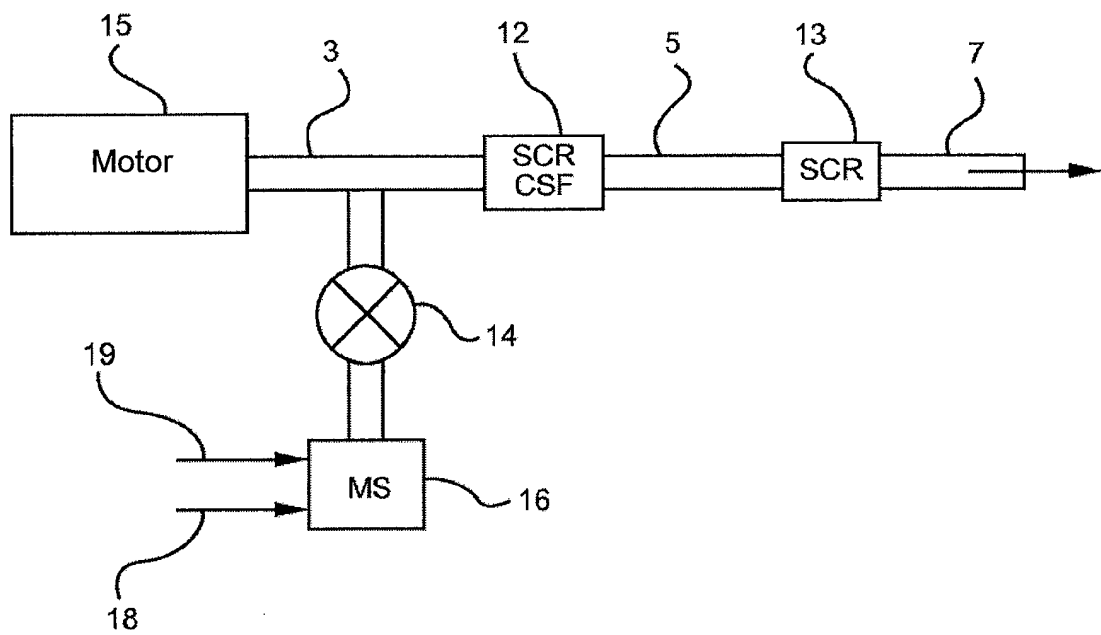


FIG. 1B

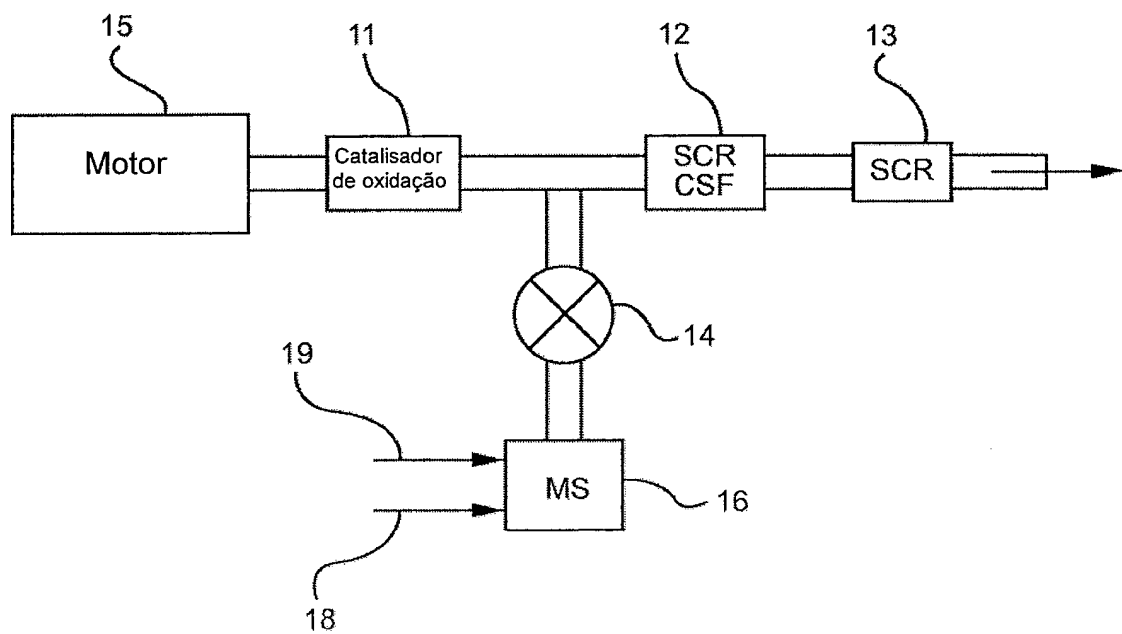


FIG. 2

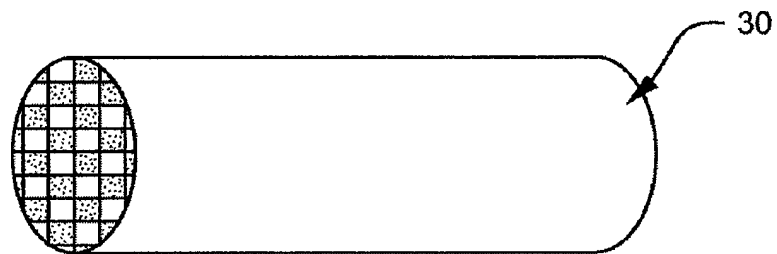


FIG. 3

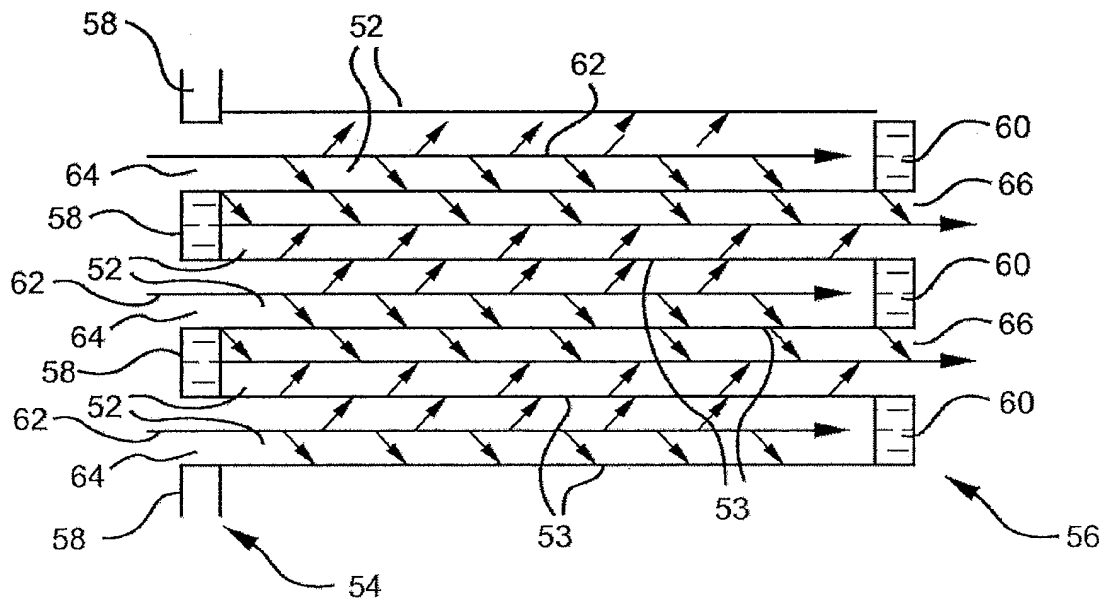


FIG. 4

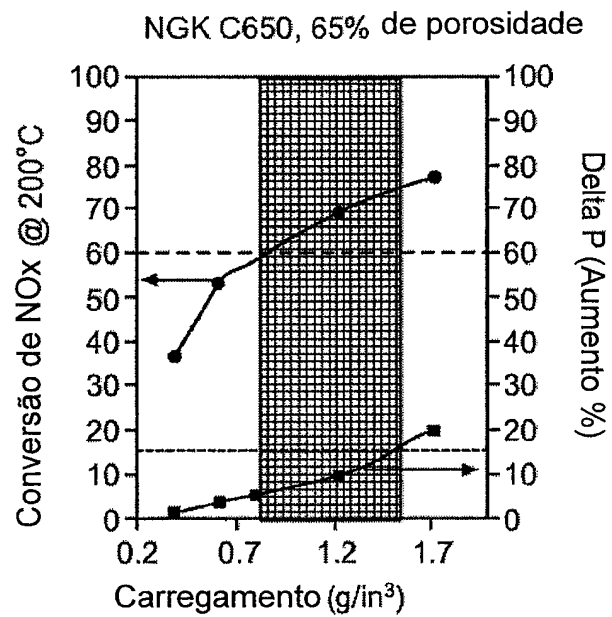


FIG. 5

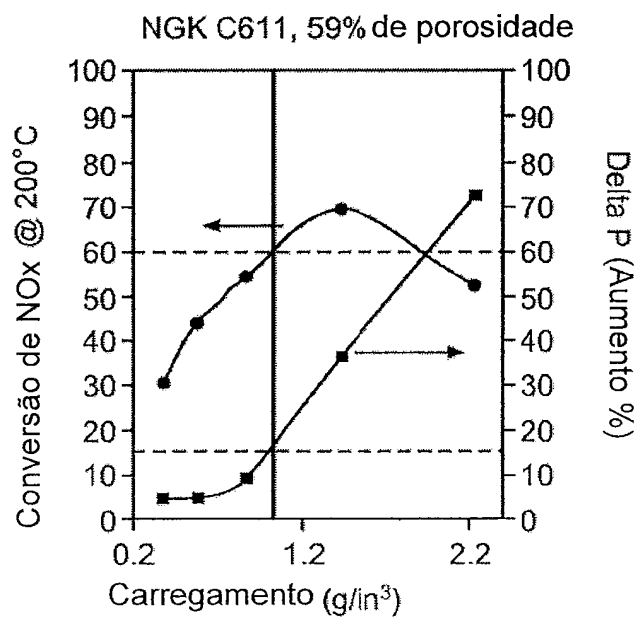


FIG. 6

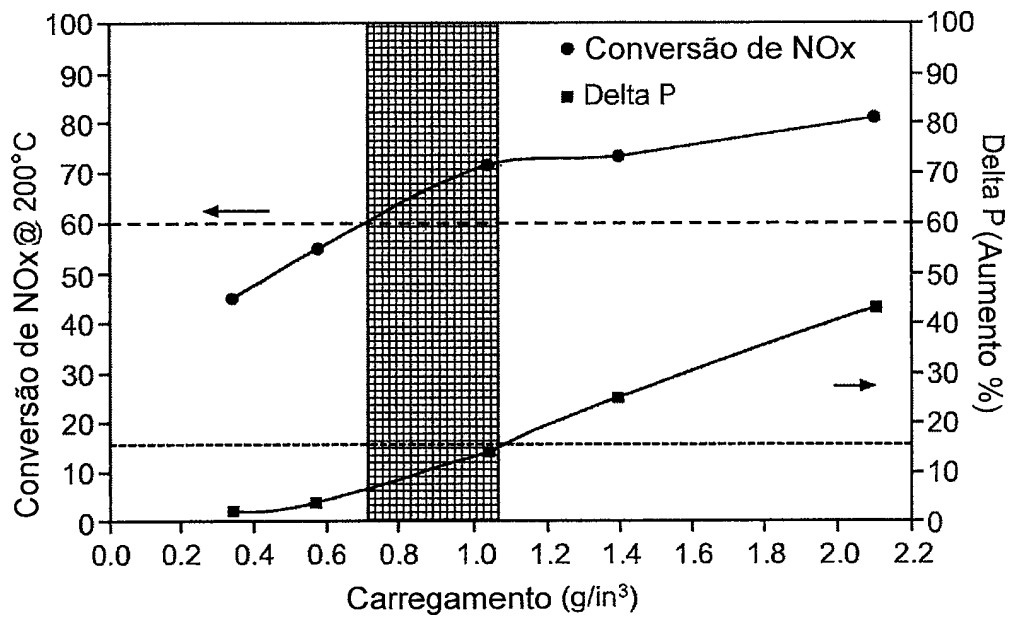


FIG. 7

