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

**(11) PI 0901798-4 B1**

**(22) Data do Depósito:** 19/01/2009

**(45) Data de Concessão:** 23/07/2019

**(54) Título:** DISPOSITIVO PARA DIMINUIR AS EMISSÕES DE DIBENZODIOXINAS POLICLORINATADAS (PCDD) E DE DIBENZOFURANOS POLICLORINATADOS (PCDF)

**(51) Int.Cl.:** B01J 23/70; B01J 29/00; B01D 53/94; B01D 53/88; C07D 307/78.

**(30) Prioridade Unionista:** 13/02/2008 DE 10 2008 008 748.3.

**(73) Titular(es):** MAN TRUCK & BUS AG.

**(72) Inventor(es):** ANDREAS DÖRING.

**(57) Resumo:** DISPOSITIVO PARA DIMINUIR AS EMISSÕES DE DIBENZODIOXINAS POLICLORINATADAS (PCDD) E DE DIBENZOFURANOS POLICLORINATADOS (PCDF). Dispositivo para diminuir as emissões de dibenzodioxinas (PCDD) policlorinatadas e dibenzofuranos (PCDF) policlorinatados de catalisadores contendo metal de transição para a redução catalítica seletiva de áxidos de nitrogênio no gás de escape de um motor de combustão interna com auxílio de amoníaco e/ou de agentes redutores liberadores de amoníaco. É previsto que em curso ascendente de pelo menos um catalisador SCR contendo metal de transição seja disposto pelo menos um catalisador para a oxidação de substâncias precursoras de PCDD e PCDF contendo hidrocarboneto e/o em curso descendente de pelo menos um catalisador SCR contendo metal de transição seja disposto pelo menos um catalisador para a decomposição das dibenzodioxinas policlorinatadas e/ou dos dibenzofuranos policlorinatados, sendo que pelo menos um catalisador para a decomposição de PCDD, PCDF e/ou pelo menos um catalisador para a oxidação de suas substâncias precursoras contendo hidrocarboneto apresenta adicionalmente uma atividade para a redução de áxidos de nitrogênio com auxílio de amoníaco.

"DISPOSITIVO PARA DIMINUIR AS EMISSÕES DE DIBENZODIOXINAS POLICLORINATADAS (PCDD) E DE DIBENZOFURANOS POLICLORINATADOS (PCDF)"

[0001] A presente invenção refere-se a um método, de acordo com o conceito genérico da reivindicação 1.

[0002] Óxidos de nitrogênio fazem parte dos componentes de gás de escape limitados, que surgem durante os processos de combustão e cujas emissões devem ser cada vez mais reduzidas do ponto de vista ambiental. A redução dos óxidos de nitrogênio é feita neste caso, na maioria das vezes, com auxílio de catalisadores. No gás de escape rico em oxigênio é também necessário um agente de redução para elevar a seletividade e as conversões de $NO_X$. Esse método é chamado de redução catalítica seletiva, na forma abreviada SCR, e é utilizado desde 1980 na área de usina elétrica. Podem ser empregados como catalisadores SCR óxidos mistos contendo $V_2O_5$, por exemplo na forma de $V_2O_5/WO_3/TiO_2$. Porções $V_2O_5$ típicas situam-se entre 0,2-3%. Como agente de redução são utilizados amoníaco ou compostos liberadores de amoníaco, tais como uréia ou formiato de amônia, na forma sólida em solução. A reação transcorre da seguinte forma:

$$4NO+4NH_3+O_2 \Rightarrow 4N_2+6H_2O \quad (1)$$

[0003] O catalisador SCR provoca problemas específicos na redução de nitrogênio de motores de combustão interna e, neste caso, especialmente em veículos, já que é necessário observar atentamente o fato de que não ocorre a emissão de amoníaco não consumido. Diferentemente do que ocorre no setor de usinas elétricas, não se encontram disponíveis sensores de gás de escape suficientemente precisos e resistentes para a regulação do sistema em veículos e, conseqüentemente, de

emissões de $NH_3$, em casos de superdosagens.

[0004] Para minimizar partículas de matéria sólida são utilizados os assim chamados separadores de partículas ou filtros de partículas tanto na área de suína elétrica como em veículos.

[0005] Um arranjo típico para a aplicação em veículos, com separadores de partículas, é por exemplo descrito no documento EP 1 072 765 A 1. Arranjos desse tipo se diferenciam daqueles com filtros de partículas, pelo fato de o diâmetro dos canais dos separadores de partículas serem basicamente maiores do que o diâmetro das partículas presentes maiores, enquanto no caso de filtros de partículas o diâmetro dos canais filtrantes situa-se na faixa do diâmetro das partículas. Em conseqüência dessa diferença, filtros de partículas apresentam risco de entupimento, o que aumenta a contra-pressão de gás de escape e diminui o desempenho do motor. Um arranjo e um método com filtros de partícula constam no documento EP 0 341 832 A2. Os dois arranjos e métodos supracitados destacam-se pelo fato de o respectivo catalisador de oxidação disposto para cima em relação ao separador de partículas ou ao filtro de partículas - na maioria das vezes um catalisador com platina como material ativo - oxidar o monóxido de nitrogênio no gás de escape com auxílio do oxigênio restante também presente, formando dióxido de nitrogênio.

a. $2NO+O_2 \leftrightarrow 2NO_2$ (2)

[0006] Neste caso, deve-se observar o fato de o equilíbrio da reação acima a elevadas temperaturas situar-se no lado de NO. Isso tem como conseqüência o fato de as porções de $NO_2$ a elevadas temperaturas serem limitadas devido a essa

delimitação termodinâmica.

[0007] Esse $NO_2$ reage, por sua vez, no separador de partículas ou filtro de partículas com as partículas de carbono, formando $CO$,$CO_2$, $N_2$ e NO.

[0008] Com auxílio do agente de oxidação forte $NO_2$ é feita uma remoção contínua das partículas de matéria sólida cumuladas, deixando de ser feitos ciclos de regeneração, tal como eles precisam ser realizados de forma dispendiosas em outros arranjos. Por isso, fala-se de uma regeneração "passiva".

$$2NO_2 + C \rightarrow 2NO + CO_2 \quad (3)$$

$$2NO_2 + C \rightarrow 2NO + CO \quad (4)$$

$$2C + 2NO_2 \rightarrow N_2 + 2CO_2 \quad (5)$$

[0009] Se não houver uma oxidação completa do carbono depositado no filtro de partículas com auxílio de NO, a porcentagem de carbono aumentará e conseqüentemente a contra-pressão de gás de escape.

[0010] Para evitar que isso aconteça, os filtros de partículas são providos atualmente de um revestimento catalítico para a oxidação de NO. Neste caso, trata-se em grande parte, conforme já descrito acima, de catalisadores contendo platina. A desvantagem desse método reside no fato de o $NO_2$ formado no filtro de partículas, poder servir somente para a oxidação de partículas, que foram liberadoras em curso descendente da camada cataliticamente ativa para a oxidação de NO, ou seja, dentro do meio filtrante. Se, em contrapartida, se formar na superfície filtrante, e portanto, sobre a camada cataliticamente ativa, uma camada feita de partículas dissociadas, um assim chamado bolo de filtração, então o catalisador de oxidação de NO se situará em curso

descendente do bolo de filtração, de modo que as partícula de negro-de-fumo ali dissociadas não poderão ser oxidadas com auxílio de $NO_2$ do catalisador de oxidação NO aplicado sobre o filtro de partículas.

[0011] Além disso, ocorre que a bem dizer somente a camada de catalisador aplicada sobre o lado de gás bruto contribui para o desempenho do sistema, já que o $NO_2$ formado cataliticamente no lado de gás puro não pode mais entrar em contato com a fuligem separada no lado de gás bruto e dentro do material filtrante.

[0012] Um outro problema do revestimento do filtro de partículas é que as superfícies geométricas do filtro são menores do que as superfícies dos substratos de catalisador normalmente utilizados. O motivo disso reside no fato de os filtros precisarem de seções transversais livre relativamente grandes e conseqüentemente de volume livre no lado de gás bruto, para armazenar fuligem e cinzas de óleo de motor. Se forem utilizados substratos filtrantes cerâmicos, isso será feito através de uma estrutura celular pequena de 50cpsi-200cpsi. Por outro lado, catalisadores puros são normalmente executados com espessuras celulares de 400cpsi-900scpsi. Com a elevação de 50cpsi para 900 cpsi obtém-se um aumento da superfície geométrica de $1m^2$ /l para $4m^2$/ l, tornando possíveis aumentos de conversão nos catalisadores.

[0013] Por esses motivos, não se pode dispensar um catalisador de oxidação NO antes do filtro de partículas, apesar do revestimento catalítico do filtro, de forma que resulte um volume construtivo relativamente grande. Esse é o caso quando os catalisadores de oxidação NO e os filtros de partículas formam uma unidade construtiva, em que a área de

entrada do filtro de partículas é projetada como catalisador de oxidação NO (DE 10327030 A1).

[0014] Embora através dessa medida seja possível uma oxidação de fuligem até temperaturas de 250º C, existe casos de aplicação, nos quais não são alcançadas até mesmo essas temperaturas e, portanto, não se pode garantir uma função segura do filtro de partículas. Isso ocorre normalmente em motores pouco carregados e mal instalados em veículos, por exemplo no caso de automóveis de passeio, ônibus de carreira ou carros de lixo, que apresentam ainda elevadas porcentagens de ponto morto.

[0015] Por isso, principalmente em tais casos, é empregada uma segunda opção da regeneração de filtro de partículas: ela reside em elevar a temperatura de gás de escape. Isso pode ser obtido normalmente mediante a adição de hidrocarbonetos em curso ascendente de catalisadores de oxidação. Através da oxidação exotérmica do hidrocarbonato nos catalisadores ocorre uma elevação importante de temperatura.

[0016] Se através disso se obter um aumento de temperatura para acima de 600º C, então ocorrerá uma oxidação do carbono com auxílio de oxigênio.

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 \quad (6)$$

[0017] Naturalmente, no caso dessa assim chamada regeneração de filtro “ativa” existe o risco de ocorrer através da separação da fuligem uma forte elevação de temperatura, incontrolada para até 1000º C, e conseqüentemente, na maioria das vezes uma danificação do filtro de partículas e/ou de catalisadores conectados em série.

[0018] Como o aumento de temperatura deve ser mantido por

vários minutos para assegurar uma oxidação quantitativa das partículas de fuligem, a necessidade de hidrocarbonetos é importante e já que normalmente o combustível do motor de combustão interna é empregado como fonte de hidrocarboneto, piora seu grau de eficácia.

[0019] A adição dos hidrocarbonetos pode ser feita através de uma dose de injeção separada, aplicada no trato do gás de escape. Uma outra possibilidade reside no fato de gerar elevadas emissões de hidrocarboneto através de uma injeção posterior do combustível na câmara de combustão.

[0020] Para cumprir as determinações de gás de escape futuramente válidas, a aplicação simultânea tanto de arranjos para a redução da emissão de óxido de nitrogênio, como também de arranjos para a redução da emissão de partículas de matéria sólida.

[0021] Uma solução reside no fato de revestir o filtro de partículas com material SCR ativo (documento JP 2004-376102). Neste caso, a aplicação de $V_2O_5$ como componente ativo SCR dificilmente se desenvolve. A razão para isso reside na pouca estabilidade térmica desses catalisadores. Assim, no caso de temperatura de gás de escape acima de 650º C ocorre a sublimação de $V_2O_5$. Como essas temperaturas, conforme já descrito acima, podem ocorrer em filtros de partículas, para estas e outras aplicações a elevadas temperaturas são utilizados catalisadores contendo ferro, cobalto ou cobre. Mostrou-se especialmente vantajoso nesse contexto integrar esses metais de transição através de troca iônica em zeólita (documento DE 3 912 596 C2). Devido à superfície muito extensa da zeólita obtém-se com isso uma ampliação considerável da superfície ativa e conseqüentemente,

especialmente a baixas temperaturas, um aumento grande das conversões possíveis.

[0022] A desvantagem desses catalisadores contendo metais de transição reside no fato de eles formarem na presença de cloreto e hidrocarbonetos na faixa de temperatura entre 200-400º C, dibenzo-dioxina (PCDD) ou dibenzo-furano (PCDF) policlorinatado altamente tóxicos.

[0023] No veículo, o cloreto necessário para a formação de dioxina, por exemplo bio-combustíveis, o óleo do motor ou o ar de aspiração (dispersão de sal no inverno, dirigir próximo à costa), chega até o gás de escape e conseqüentemente até os catalisadores. Os hidrocarbonetos necessário para a formação de PCDD e PCDF ficam contidos no gás de escape devido à combustão incompleta do combustível.

[0024] O método, de acordo com a invenção, soluciona o problema da formação, respectivamente da emissão, de dibenzo-dioxina (PCDD) e de dibenzo-furano (PCDF) policlorinatado em catalisadores contendo metais de transição, especialmente contendo ferro e/ou cobre e/ou cobalto, de acordo com a reivindicação 1. Arranjos vantajosos do dispositivo, de acordo com a invenção, são indicados nas reivindicações dependentes.

[0025] A idéia básica da invenção reside em conectar em série posterior os catalisadores contendo cobre e/ou ferro e/ou cobalto e/ou conectar em série anterior um catalisador para a oxidação de substâncias precursoras de dioxina e furano contendo hidrocarboneto, sendo que o catalisador de decomposição PCDD/PCDF conectado em série posterior e o catalisador conectado em série anterior para a oxidação de substâncias precursoras de dioxina e de furano contendo

hidrocarboneto possuem também uma atividade SCR na presença de amoníaco. Através da reunião de duas funções, a saber decomposição de PCDD e PCDF e a decomposição das substâncias precursoras de PCDD e PCDF assim como da redução de óxidos de nitrogênio com auxílio de $NH_3$, é possível manter um pequeno volume de construção de todo o tratamento posterior de gás de escape.

[0026] Nesse aspecto, mostrou-se especialmente vantajosa a aplicação de pentóxido de vanádio suportado em dióxido de titânio e estabilizado em óxido de tungstênio ($V_2O_5/WO_3/TiO_2$). Conforme já descrito acima, além de uma alta atividade de oxidação De PCDD e PCDF, ele apresenta também uma excelente atividade SCR. Naturalmente, no uso de $V_2O_5$ deve-se assegurar que as temperaturas de gás de escape não ultrapassem 650º C nos catalisadores contendo $V_2O_5$ . Isso pode ser conseguido vantajosamente quando esses catalisadores são dispostos em curso descendente aos catalisadores SCR contendo metais de transição. Devido à sua massa térmica os catalisadores SCR atenuam picos de temperaturas que possam eventualmente ocorrer, e protegem desse modo os catalisadores contendo vanádio contra uma danificação térmica. Se isso não for suficiente, a transição de calor para o meio ambiente pode ser melhorada em curso descendente aos catalisadores contendo vanádio. Desse modo, as perdas de calor do gás de escape aumentam, sendo que em contrapartida as temperaturas do gás de escape diminuem. A transição de calor pode ser melhorada através do resfriamento do gás de escape, por exemplo, através de aletas de refrigeração, através da separação local do catalisador SCR contendo metal de transição e do catalisador de decomposição PCDD, por exemplo através da

montagem em silenciadores separados, e/ou através de um ducto de gás de escape prolongado.

[0027] Uma possibilidade de melhorar as propriedades térmicas de vanádio, reside em incorporar vanádio e/ou seus óxidos em uma estrutura de zeólita, analogamente ao componentes ativos do catalisador SCR, através de troca iônica. Através da fixação na rede de zeólita, as temperaturas de sublimação aumentam consideravelmente devido às elevadas pressões de vapor dentro do estrutura porosa, de modo que a aplicação de vanádio torna-se possível mesmo até 750º C.

[0028] Nesse aspecto, zeólitas com estruturas de treliça do tipo AEN, OSI, EPI, ERI, FER, FAU, OFF, MFI, LTL, VFI, MAS, MEI, EMT, CHA, KFI, BEA, MFS, MEL, MTW, EUO, MTT, HEU, FER, TON e MOR mostraram-se especialmente vantajosas. As designações acima correspondem à nomenclatura IZA, sendo que IZA representa International Zeolite Association. Entre outras, encontram-se essas estruturas em treliça em tipos de zeólita como mordenita, epistilbita, cabazita, erionita, mazzita, ferrierita, faujasita, ofretita, ZSM-5, ZSM-4, ZSM-5, ZSM-12, ZSM-18, ZSM-20, ZSM-22, ZSM-23, ZSM-34, ZSM-35, ZSM-38, ZSM-48, ZSM-50, Omega, beta, zeólito A, zeólito L, zeólito Y, zeólito X, ZK-4, ZK-5, ZK-14, ZK-20, ZK-21 e ZK-22, sendo que esses materiais, são apropriados individualmente ou em combinação, espacialmente para a fabricação dos catalisadores de decomposição PCDD ou PCDF, assim como dos catalisadores de oxidação para a decomposição das substâncias precursoras de PCDD ou PCDF.

[0029] Naturalmente, os zeólitos referidos também podem ser utilizados para a fabricação do catalisador SCR contendo

metais de transição.

[0030] Além do vanádio acima referido, podem ser utilizados naturalmente outros elementos, que possuem uma atividade SCR e uma atividade de decomposição PCDD ou PCDF. São eles tungstênio, titânio, lantânio, molibdênio, cério ou manganês, entre outros. Como já descrito sobre vanádio, esses materiais também podem ser incorporados em uma estrutura de zeólito, sendo que, além da estabilidade térmica melhorada, obtém-se taxas de conversão mais elevadas. O mesmo se aplica para os componentes ativos dos catalisadores para a oxidação das substâncias precursoras de PCDD/PCDF, sendo que neste caso trata-se de tungstênio, vanádio, lantânio, molibdênio, cério.

[0031] Se não houver nenhum risco de danificação térmica dos catalisadores contendo $V_2O_5$, também é viável seu arranjo em curso ascendente aos catalisadores SCR contendo metais de transição, sendo que, conforme acima referido, obtém-se uma oxidação das substâncias precursoras de PCDD ou PCDF, de modo a impedir a formação de dibenzo-dioxina policlorinatada e dibenzo-furano policlorinatado.

[0032] A maior segurança em relação à emissão de PCDD e PCDF é conseguida mediante a colocação dos catalisadores contendo $V_2O_5$ em curso ascendente e em curso descendente aos catalisadores SCR contendo ferro e/ou cobalto e/ou cobre.

[0033] O uso referido acima repetidas vezes de catalisadores contendo $V_2O_5$ deve ser entendido somente a título de exemplo, podendo ser empregadas naturalmente todas as substâncias ativas que provoquem a decomposição de PCDD ou PCDF ou uma oxidação de suas substâncias precursoras.

[0034] Se não houver risco de uma danificação térmica dos

catalisadores, é possível a montagem conjunta de pelo menos dois dos três tipos possíveis de catalisador - catalisador SCR contendo metais de transição, catalisador para a oxidação de substâncias precursoras de PCDD ou PCDF e catalisador para a decomposição de PCDD e PCDF em um silenciador.

[0035] Todos os catalisadores descritos podem ser fabricados por extrusão ou através do revestimento de um suporte cerâmico ou metálico. Através da extrusão normalmente obtém-se catalisadores faviformes com canais de circulação paralelos (documento DE 22 22 468 C2), enquanto que a forma e o alinhamento dos canais de circulação podem ser escolhidos tanto quanto possível livremente, no caso do uso de suportes de catalisador metálicos.

[0036] O catalisador SCR contendo metais de transição e o catalisador de decomposição de PCDD/PCDF ou o catalisador de oxidação das substâncias precursoras de PCDD /PCDF, podem formar uma unidade construtiva, na qual pelo menos dois dos tipos de catalisadores acima referidos são aplicados ou extrudados sobre um substrato de catalisador conjunto, ou serem compostos por substratos separados, que são reunidos formando uma unidade construtiva. Pelo termo substrato entende-se um suporte no mais amplo sentido.

[0037] Se por exemplo um catalisador SCR e um catalisador de decomposição PCDD/PCDF formarem uma unidade construtiva, então eles poderão ser alojados, no caos mais simplificado, um atrás do outro. Isso pode ser feito, por exemplo, através do revestimento de um substrato de catalisador ou de um substrato de filtro com material ativo SCR contendo metais de transição no lado de entrada e com material com atividade de decomposição de PCDD e/ou PCDF e atividade SCR no lado de

saída. Normalmente, isso pode ser feito mediante a aplicação de diferentes banhos de cobertura ("Washcoats") e em seguida mediante secagem e calcinação. O equivalente se aplica quando um catalisador SCR e um catalisador para oxidação das substâncias precursoras do PCDD ou PCDF são reunidos formando uma unidade construtiva, naturalmente que neste caso o catalisador contendo metais de transição se encontra em curso descendente do catalisador para a oxidação das substâncias precursoras de PCDD ou PCDF.

[0038] Naturalmente essas variantes podem ser combinadas de modo que o catalisador para a oxidação das substâncias precursoras de PCDD/PCDF seja colocado na entrada de um substrato de catalisador conjunto, seguido de um catalisador SCR contendo metal de transição e de um catalisador de decomposição PCDD/PCDF colocado na saída.

[0039] Se no sistema de exaustão for necessária a montagem de um filtro de partículas para a redução das emissões de partículas, existe a possibilidade de revesti-lo com pelo menos um dos tipos de catalisador acima descrito. Desse modo, pode-se dispensar, pelo menos parcialmente, substratos separados de catalisador.

[0040] Se houver por exemplo a possibilidade de prover o lado de gás puro e/ou o lado de gás bruto dos substratos de filtro de partículas com uma camada ativa cataliticamente para a decomposição de PCDD e PCDF. Neste podem, podem ser selecionados vários métodos diferentes.

[0041] Por um lado, a aplicação de uma camada de decomposição de PCDD e/ou PCDF, semelhantemente ao revestimento de substratos de catalisador com banho de cobertura de catalisador, pode ser feita sobre o lado de gás

puro e/ou bruto. Em seguida, essa camada, analogamente ao processamento em substratos de catalisador, é secada e calcinada para poder assegurar uma união estável e fixa entre ela e o substrato de filtro e/ou o catalisador SCR contendo metal de transição, que também pode ser aplicado sobre o substrato de filtro. Naturalmente, no caso do revestimento do substrato de filtro com o catalisador contendo metal de transição e o catalisador de decomposição de PCDD /PCDF, deve-se observar atentamente ao fato de este último ser colocado sempre em curso descendente do catalisador contendo metal de transição, ou seja, na direção do lado de gás puro do substrato de filtro. Conforme já mencionado acima, a camada de decomposição de PCDD e/ou PCDF pode conter, entre outras coisas, tungstênio, lantânio, molibdênio, cério, manganês, vanádio e/ou zeólito.

[0042] Por outro lado, também é possível, formar uma camada de decomposição de PCDD e/ou PCDF por impregnação, do catalisador SCR contendo metal de transição, aplicado sobre o substrato de filtro, com os componentes ativos correspondentes. Conforme já mencionado acima, a impregnação pode ser feita sobre a superfície voltada ao lado de gás puro do catalisador contendo metal de transição.

[0043] Uma outra possibilidade para a fabricação de uma camada de decomposição de PCDD/PCDF especialmente fina, sobretudo no caso do uso de catalisadores SCR contendo zeólito, reside em substituir a concentração de pelo menos um metal de transição na superfície de catalisador através de troca iônica, por um outro íon, que possua uma atividade de oxidação de PCDD ou PCDF. No caso mais simples, isso pode ser feito pela introdução de um fluido ácido. Desse modo, os íons

de metal de transição na estrutura de zeólito são substituídos por prótons de fluido ácido. Em seguida os prótons, são por sua vez, trocados por cátions de metal com atividade de oxidação de PCDD. Conforme já mencionado acima, podem ser utilizados neste caso tungstênio, lantânio, molibdênio, cério, manganês ou vanádio. Dependendo da afinidade desses elementos pode-se dispensar a etapa intermediária da protonização e trocar os metais de transição diretamente, mediante escolha de um valor de pH adequado.

[0044] Os métodos acima representados para a formação da camada de decomposição de PCDD e PCDF sobre um filtro de partícula podem ser empregados vantajosamente também na camada para a decomposição das substâncias precursoras de PCDD e PCDF. A diferença fundamental reside no fato de essa camada ser sempre aplicada sobre a superfície voltada ao lado de gás bruto do catalisador contendo metal de transição, no caso da presença de um catalisador contendo metal de transição sobre o filtro de partículas.

[0045] O filtro de partículas pode ser composto de metal sinterizado e/ou cerâmica e/ou espuma filtrante e/ou fibras cerâmicas e/ou fibras de quarzto e/ou fibras de vidro e/ou carbeto de silício e/ou de titanato de alumínio.

[0046] Para assegurar uma decomposição o mais quantitativa possível de PCDD, PCDF e/ou de suas substâncias precursoras, é necessária uma superfície geométrica suficientemente grande do catalisador de decomposição de PCDD/PCDF e/ou do catalisador para a oxidação das substâncias precursoras de PCDD/PCDF. Normalmente sua superfície geométrica situa-se, por essa razão, na faixa de 30% a 300% da superfície do catalisador SCR contendo metal de transição.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo para diminuir as emissões de dibenzodioxinas policlorinatadas (PCDD) e de dibenzofuranos policlorinatados (PCDF), provenientes de catalisadores contendo metal de transição, para a redução catalítica seletiva de óxidos de nitrogênio no gás de escape de um motor de combustão interna com auxílio de amoníaco e/ou agentes de redução liberadores de amoníaco, em que em curso ascendente de pelo menos um catalisador SCR contendo metal de transição está disposto um catalisador para a oxidação de substâncias precursoras de PCDD e PCDF contendo hidrocarboneto, pelo menos um catalisador para a oxidação de substâncias precursoras PCDD e PCDF contendo hidrocarboneto apresenta adicionalmente uma atividade para a redução de óxidos de nitrogênio com auxílio de amoníaco, o catalisador SCR contendo metal de transição é formado sobre um filtro de partículas que atua como suporte e o catalisador para a oxidação das substâncias precursoras PCDD e/ou PCDF contendo hidrocarboneto é formado no lado de gás bruto do filtro de partícula, caracterizado pelo fato de o catalisador SCR contendo metal de transição é feito por revestimento de um filtro de partícula com um zeólito contendo metal de transição e pelo menos um metal de transição ser trocado junto à superfície de catalisador voltada para o lado de gás bruto, através de troca iônica, por pelo menos um outro metal, que possui uma atividade de oxidação para substâncias precursoras PCDD e/ou PCDF contendo hidrocarboneto, ou sendo que o catalisador SCR contendo metal de transição é feito por revestimento de um filtro de partícula e no lado de gás bruto um catalisador para a oxidação de substâncias precursoras PCDD e/ou PCDF contendo

hidrocarboneto é colocado com auxílio banhos de cobertura diferentes.

2. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que em curso descendente de pelo menos um catalisador SCR contendo metal de transição estar disposto pelo menos um catalisador para a decomposição de PCDD e PCDF, em que pelo menos um catalisador para a decomposição de PCDD e PCDF apresenta uma atividade de redução de óxidos de nitrogênio com auxílio de amoníaco.

3. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de no caso dos metais de transição, se tratar de ferro e/ou cobre e/ou cobalto.

4. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 ou 3, caracterizado pelo fato de o catalisador para a decomposição de PCDD/PCDF conter como componentes ativos tungstênio e/ou titânio e/ou lantânio e/ou molibdênio e/ou cério e/ou manganês e/ou vanádio e/ou seus óxidos.

5. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de o catalisador para a oxidação das substâncias precursoras de PCDD e PCDF conter como componentes ativos tungstênio e/ou lantânio e/ou molibdênio e/ou cério e/ou manganês e/ou vanádio e/ou seus óxidos.

6. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5, caracterizado pelo fato de o catalisador contendo metal de transição, para a redução catalítica seletiva de óxidos de nitrogênio, e/ou o catalisador para a oxidação de substâncias precursoras PCDD e PCDF contendo hidrocarbonetos conter zeólito.

7. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações

de 2 a 6, caracterizado pelo fato de o catalisador para a decomposição de PCDD e PCDF conter zeólito.

8. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 ou 7, caracterizado pelo fato de os zeólitos compreenderem estruturas em treliça do tipo AEN e/ou OSI, e/ou, e/ou EPI, e/ou ERI, e/ou FER, e/ou FAU, e/ou OFF, e/ou MFI, e/ou LTL, e/ou VFI, e/ou MAZ, e/ou MEI,e/ou EMT, e/ou CHA, e/ou KFI, e/ou BEA, e/ou MFS, e/ou MEL, e/ou MTW, e/ou EUO, e/ou MTT, e/ou HEU, e/ou FER, e/ou TON e/ou MOR.

9. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 6 a 8, caracterizado pelo fato de os zeólitos serem isoladamente ou em qualquer combinação do tipo mordenita, e/ou epistilbita, e/ou chabazita, e/ou erionita, e/ou mazzita, e/ou ferrierita, e/ou faujasita, e/ou ofretita, e/ou ZSM-3, e/ou ZSM-4, e/ou ZSM-5, e/ou ZSM-12, e/ou ZSM-18, e/ou ZSM-20, e/ou ZSM-22, e/ou ZSM-23, e/ou ZSM-34, e/ou ZSM-35, e/ou ZSM-38, e/ou ZSM-48, e/ou ZSM-50, e/ou Omega, e/ou beta, e/ou zeólito A, e/ou zeólito L, e/ou zeólito Y, e/ou zeólito X, e/ou ZK-4, e/ou ZK-5, e/ou ZK-14, e/ou ZK-20, e/ou ZK-21 e e/ou ZK-22.

10. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 9, caracterizado pelo fato de o catalisador contendo metal de transição para a redução catalítica seletiva de óxidos de nitrogênio e/ou o catalisador de decomposição de PCDD/PCDF e/ou o catalisador para a oxidação de substâncias precursoras de PCDD e PCDF contendo hidrocarboneto serem feitos por revestimento de um suporte especialmente cerâmico ou metálico.

11. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 2 a 10, caracterizado pelo fato de o

catalisador para decomposição de PCDD e PCDF ser feito por revestimento de um suporte especialmente cerâmico ou metálico.

12. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 2 a 11, caracterizado pelo fato de o catalisador contendo metal de transição para a redução catalítica seletiva de óxidos de nitrogênio e o catalisador de decomposição PCDD e PCDF ou de o catalisador para oxidação de substâncias precursoras PCDD e PCDF contendo hidrocarboneto serem colocados no filtro de partículas.

13. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de o catalisador para decomposição de PCDD e PCDF ser formado no lado de gás puro do filtro de partículas.

14. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 13, caracterizado pelo fato de o filtro de partículas ser feito de metal e/ou metal sinterizado, e/ou cerâmica, e/ou espuma, e/ou fibras cerâmicas e/ou fibras de quartzo, e/ou fibras de vidro e/ou carbeto de silício e/ou titanato de alumínio.

15. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 14, caracterizado pelo fato de a superfície geométrica do catalisador para a oxidação de substâncias precursoras PCDD e PCDF contendo hidrocarboneto corresponder pelo menos a 30% e no máximo a 300% da superfície geométrica do catalisador SCR contendo metal de transição.

16. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 2 a 14, caracterizado pelo fato de a superfície geométrica do catalisador para a decomposição de

PCDD e PCDF corresponder pelo menos a 30% e no máximo a 300% da superfície geométrica do catalisador SCR contendo metal de transição.

17. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 2 a 16, caracterizado pelo fato de o catalisador contendo metal de transição para a redução catalítica seletiva de óxidos de nitrogênio e o catalisador para a decomposição de PCDD e PCDF ou de o catalisador para a oxidação das substâncias precursoras de PCDD/PCDF contendo hidrocarboneto serem inseridos em uma carcaça de silenciador conjunta.