



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

(21) BR 10 2012 012012-7 A2

(22) Data de Depósito: 18/05/2012
(43) Data da Publicação: 18/06/2013
(RPI 2215)



(51) Int.Cl.:
B01D 53/94
F01N 3/08

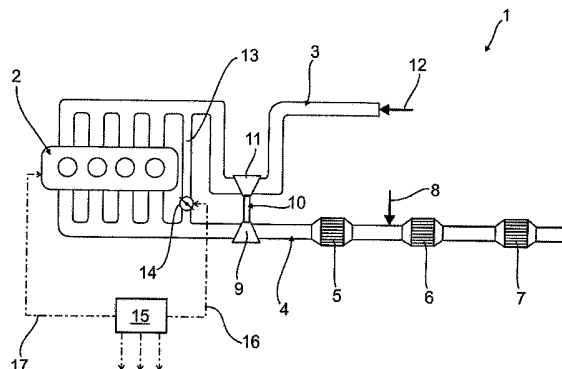
(54) **Título:** PROCESSO E DISPOSITIVO PARA A DESSULFURIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE DEPURACAO DE GAS DE ESCAPE DISPOSTO EM UMA LINHA DE GAS DE ESCAPE DE UM MOTOR DE COMBUSTAO INTERNA, ESPECIALMENTE D EUM MOTOR DE COMBUSTAO INTERNA DIESEL

(30) **Prioridade Unionista:** 19/05/2011 DE 10 2011 102 047.4

(73) **Titular(es):** Man Truck & Bus Ag

(72) **Inventor(es):** Andreas Doring

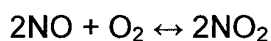
(57) **Resumo:** PROCESSO E DISPOSITIVO PARA A DESSULFURIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE DEPURACAO DE GAS DE ESCAPE DISPOSTO EM UMA LINHA DE GAS DE ESCAPE DE UM MOTOR DE COMBUSTAO INTERNA, ESPECIALMENTE DE UM MOTOR DE COMBUSTAO INTRENA DIESEL. A presente invenção refere-se a um processo para a dessulfurização de um sistema de depuração de gás de escape disposto em uma linha de gás de escape de um motor de combustão interna, especialmente de um motor de combustão interna Diesel, sendo que o sistema de depuração de gás de escape apresenta pelo menos um catalisador de oxidação sujeito à poluição com enxofre e que, portanto, precisa ser dessulfurizado de tempos em tempos, ao qual é levada durante uma fase de dessulfurização por meio do fluxo de gás de escape uma quantidade definida de monóxido de carbono. De acordo com a presente invenção, o catalisador de oxidação sujeito a poluição com enxofre e que, portanto, precisa ser dessulfurizado de tempos em tempos, é um catalisador de oxidação de NO (5) que apresenta atividade de oxidação de CO, que durante a fase de dessulfurização recebe por meio de ignição de compressão homogênea do motor de combustão interna tal quantidade de monóxido de carbono que a temperatura no catalisador de oxidação de NO (5) a ser dessulfurizado sobe até uma temperatura de dessulfurização definida que possibilita uma dessulfurização do catalisador de oxidação de NO (5). Além disso, é sugerido um dispositivo apropriado para adessulfurização de um sistema de depuração de gás de escape disposto em uma linha do gás de escape de um motor de combustão interna, especialmente um motor de combustão interna Diesel.



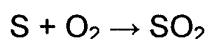
Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**PROCESSO E DISPOSITIVO PARA A DESSULFURIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE DE-PURAÇÃO DE GÁS DE ESCAPE DISPOSTO EM UMA LINHA DE GÁS DE ESCAPE DE UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA, ESPECIALMENTE**
5 **DE UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA DIESEL**".

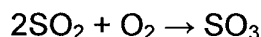
A presente invenção refere-se a um processo para a dessulfurização de um sistema de depuração de gás de escape disposto em uma linha de gás de escape de um motor de combustão interna, especialmente de um motor de combustão interna Diesel, de acordo com o preâmbulo da reivindicação 1. A presente invenção também se refere a um dispositivo para a
10 dessulfurização de um sistema de depuração de gás de escape disposto em uma linha de gás de escape de um motor de combustão interna, especialmente de um motor de combustão interna diesel, de acordo com o preâmbulo da reivindicação 13.

É de conhecimento geral que em motores de combustão interna operados com excesso de ar são usados sistemas de tratamento posterior que funcionam cataliticamente, tais como, por exemplo, catalisadores de armazenamento de NO_x, catalisadores SCR [redução catalítica seletiva] ou filtros de partículas, a fim de poder manter os valores limites do gás de escape legalmente prescritos. Todos estes sistemas têm em comum que dióxido de nitrogênio (NO₂) é um componente importante das reações que ocorrem nos sistemas de tratamento posterior. Este dióxido de nitrogênio é formado com a ajuda de catalisadores de oxidação de NO, na maioria das vezes contendo platina, com a ajuda do oxigênio presente no gás de escape, a
20 partir do monóxido de nitrogênio emitido pelo motor:



Na operação do motor real, porém, a sulfurização desses catalisadores de oxidação de NO através do combustível e/ou do enxofre contido no óleo do motor é um grande problema. Através da combustão, este enxofre forma SO₂ que é oxidado nos catalisadores de oxidação de NO para formar SO₃, de acordo com as seguintes equações:





Nisso ficou evidente que a quantidade de SO_3 formada e a quantidade de NO_2 formada estão num contexto direto entre si, e precisamente de tal modo que um catalisador de oxidação de NO que forma grandes quantidades de NO_2 de modo em si desejado, ao mesmo tempo forma grandes quantidades de SO_3 de modo não desejado. Este SO_3 forma, junto com o *washcoat sulfate* do catalisador contendo metal ou com água, ácido sulfúrico que é fisiosorvido na superfície do catalisador. Ambos causam uma cobertura dos centros ativos do catalisador e, assim, um retrocesso na sua atividade. Uma dessulfurização dos catalisadores de oxidação de NO pode ser obtida elevando-se as temperaturas até 500°C , sendo que estas temperaturas na operação normal do veículo automotor, especialmente no contexto do uso de um turbocompressor movido por gás de escape, raras vezes são alcançadas.

Já é de conhecimento geral, que para a dessulfurização dos catalisadores de oxidação de NO, é elevada a concentração de hidrocarbonetos no gás de escape, por exemplo, por meio de uma injeção posterior tardia de combustível na câmara de combustão, de modo que em seguida ocorre uma oxidação desses hidrocarbonetos não queimados nos catalisadores de oxidação de NO, quando é gerada uma alta exotérmica que permite a dessulfurização dos catalisadores de oxidação de NO. Porém, nesse caso há o problema, em especial nos catalisadores de oxidação de NO fortemente sulfurizados e em temperaturas de gás de escape baixas e transformação prejudicada por causa disso dos hidrocarbonetos, que a oxidação desses hidrocarbonetos eventualmente não é mais possível completamente ou eventualmente nem é mais possível, de modo que além da poluição com enxofre ocorre um depósito de fuligem adicional nos catalisadores de oxidação de NO, devido aos compostos de hidrocarbonetos de cadeias longas. Isto, na maioria das vezes, causa o entupimento dos catalisadores de oxidação de NO e, depois, a falha deles.

Caso, como descrito acima, os hidrocarbonetos não podem ser decompostos quantitativamente no catalisador de oxidação de NO e para

que também a jusante desses catalisadores ainda estejam disponíveis grandes quantidades de hidrocarbonetos, surge, em especial no conjunto com um catalisador SCR conectado em série com um catalisador de oxidação de NO, para a execução de uma redução catalítica seletiva, um outro problema:

5 estes catalisadores SCR também oxidam hidrocarbonetos, de modo que podem ocorrer temperaturas muito altas localmente que podem produzir uma danificação dos catalisadores SCR muito sensíveis à temperatura, em especial quando estes catalisadores SCR contêm óxido de vanádio como componente ativo, fato este que frequentemente é o caso.

10 Uma outra possibilidade a princípio para a dessulfurização dos catalisadores de oxidação de NO seria que em uma fase de dessulfurização é mudado de operação de motor magra para a rica, fazendo com que, por um lado, a temperatura dos gases de escape aumenta muito, mas também ocorre a formação de uma atmosfera redutora no sistema de gases de escape, com cuja ajuda o SO₃ formado poderia novamente ser reduzido para

15 SO₂ ou até mesmo H₂O, e ser expelido. A grande desvantagem desse procedimento é, porém, que em virtude da falta de oxigênio durante a combustão há um aumento muito grande das emissões de fuligem. Além disso, o esforço térmico do motor é muito alto devido à operação subestequiométrica.

20 Do documento DE 101 31 588 A1, por exemplo, é conhecido liberar um catalisador de armazenamento de óxido de nitrogênio em um processo de dessulfurização do enxofre depositado. Para tal, o motor de combustão interna é colocado em um modo de operação de dessulfurização, onde através da injeção de combustível é regulada uma elevação da temperatura do gás de escape para acima de 500°C, e o ajuste de uma composição de gás de escape redutora, para valores de cerca de 0,95 ou menos, para a relação de ar e combustível.

25

Uma dessulfurização periódica de um armazenador de óxido de nitrogênio ou de óxido de enxofre com uma divisão de cilindro de motor em rico e magro é conhecido do documento DE 199 10 503 C1.

30

Além disso, o documento DE 197 53 573 A1 descreve um sistema de depuração de gás de escape com um catalisador de oxidação de NO_x

ao qual é conectado em série em direção ao motor de combustão interna um chamado armazenador de enxofre que exerce sorpção sobre o enxofre no gás de escape magro e a temperatura de sorpção, e o libera a uma temperatura acima da temperatura de sorpção e gás de escape rico.

- 5 Uma dessulfurização de um catalisador de armazenamento também é conhecida do documento DE 101 58 568 A1. Concretamente, o documento sugere, controlar durante a fase de regeneração a combustão interna do motor de tal modo que a relação de Lambda no gás de escape é baixada para um primeiro valor, e em seguida, a relação de ar Lambda é regulada para um segundo valor menor através da adição, depois do motor, de um agente de redução.

- Além disso, do documento DE 197 31 623 B4 é conhecido um processo para a dessulfurização de um sistema de depuração de gás de escape de um motor Diesel como motor de combustão interna que possui um catalisador de oxidação conectado na frente do armazenador de NO_x. O documento sugere concretamente, em um primeiro passo, tomar medidas que aumentam a temperatura do gás de escape no catalisador de oxidação depois de ter sido reconhecida a necessidade de uma dessulfurização. Em um outro passo é sugerido gerar um fluxo de gás de escape quase que livre de oxigênio com um teor de CO de 1 até 10 % no armazenador de NO_x. O aumento da temperatura do gás de escape é feito, por exemplo, por meio de estrangulamento do motor Diesel sob manutenção de uma operação com Lambda superior a 1, em especial de um valor Lambda de 1,01 até 1,05, onde especialmente também é obtido um aquecimento catalítico. Também é previsto conseguir o aumento da temperatura de gás de escape por meio do deslocamento do momento de injeção para 'tarde'. Como providência para o aumento da concentração de CO é sugerido equipar o catalisador de oxidação com componentes de *steam reforming*. Esta condução do processo não pode simplesmente ser transferida para a dessulfurização de catalisadores de oxidação de NO, em especial não para catalisadores de oxidação de NO com os quais é conectado em série um catalisador SCR. Além disso, o deslocamento do momento de injeção produz um forte aumento da emissão de

hidrocarbonetos (HC) de cadeia longa não queimados que podem produzir depósitos de fuligem ou coqueificação dos catalisadores. Ao mesmo tempo eles diminuem a temperatura de arranque para a oxidação de CO nos catalisadores de oxidação, uma vez que ocorre uma reação de concorrência entre oxidação de HC e de CO.

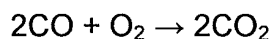
Diante disso, a presente invenção tem a tarefa de fornecer um processo e um dispositivo para a dessulfurização de um sistema de depuração de gás de escape disposto em uma linha de gás de escape de um motor de combustão interna, especialmente um motor de combustão interna Diesel, em especial, de um catalisador de oxidação de NO, por meio do qual pode ser executada a dessulfurização de modo funcionalmente seguro e simples, com alta efetividade.

Esta tarefa é solucionada com as características das reivindicações independentes. Realizações vantajosas são evidentes das sub-reivindicações dependentes.

De acordo com a presente invenção é sugerido um processo para a dessulfurização de um sistema de depuração de gás de escape disposto em uma linha de gás de escape de um motor de combustão interna, especialmente de um motor de combustão interna Diesel, onde o sistema de depuração de gás de escape apresenta pelo menos um catalisador de oxidação sujeito a poluição por enxofre e que assim precisa ser dessulfurizado em determinados momentos, ao qual é levado durante uma fase de dessulfurização por meio do fluxo de gás de escape, uma quantidade definida de monóxido de carbono. De acordo com a presente invenção é sugerido que o catalisador de oxidação sujeito a poluição por enxofre e que assim precisa ser dessulfurizado em determinados momentos, seja um catalisador de oxidação de NO apresentando atividade de oxidação de CO que durante a fase de dessulfurização recebe por meio de ignição de compressão homogênea do motor de combustão interna ou por meio de operação parcialmente homogênea do motor de combustão interna uma quantidade tal de monóxido de carbono que a temperatura no catalisador de oxidação de NO a ser dessulfurizado sobe para uma temperatura de dessulfurização definida que pos-

sibilita uma dessulfurização do catalisador de oxidação de NO.

Com o presente conceito de invenção, uma dessulfurização de um catalisador pode ser levado a cabo de maneira essencialmente mais simples do que com hidrocarbonetos, já que monóxido de carbono oxida de modo essencialmente mais simples do que hidrocarbonetos no catalisador de oxidação de NO a ser dessulfurizado, e que possui atividade de oxidação de CO:



Isto, mesmo em caso de uma transformação não quantitativa dos monóxidos de carbono, não cria nenhum depósito de fuligem dos catalisadores. Mas analogamente acontece junto com a oxidação de hidrocarbonetos o aumento desejado da temperatura nos catalisadores a serem dessulfurizados, aumento de temperatura este que produz uma dessulfurização desses catalisadores. Uma outra vantagem essencial do uso do monóxido de carbono para a dessulfurização de catalisadores consiste em que, junto com sistemas de depuração de gás de escape conectados em série, especialmente com catalisadores SCR que regularmente não apresentam nenhuma atividade de oxidação de CO, mesmo com uma decomposição incompleta do monóxido de carbono nos catalisadores a serem dessulfurizados, não pode ocorrer um aumento da temperatura indesejadamente alto nos sistemas de depuração de gás de escape conectados em série, especialmente catalisadores SCR, de modo que pode ser evitado de maneira funcionalmente segura sua danificação térmica.

A princípio, a idéia da presente invenção é apropriada para o uso em todos os motores de combustão interna, sendo que é preferido o uso junto a motores de combustão interna Diesel, conforme são usados principalmente em veículos utilitários. Além disso, é previsto o uso preferido do ensinamento de acordo com a presente invenção em motores de combustão interna superalimentados onde é usado pelo menos um turbocompressor movido por gás de escape, uma vez que aqui existe especialmente a problemática das temperaturas baixas na operação normal do veículo automotor.

A ignição de compressão homogênea (em inglês: *homogeneous*

charge compression ignition, abreviado HCCI; ou também *controlled auto ignition*, abreviado CAI) do motor de combustão interna para elevar a emissão de monóxido de carbono na fase de dessulfurização é um processo de combustão onde o combustível é distribuído o mais homogeneamente possível na câmara de combustão, e em seguida, passa por autoignição em virtude da compressão. Na maioria das vezes, isto acontece por meio de uma mistura definida de combustível e ar fresco antes dos cilindros do motor de combustão interna. O objetivo dessa ignição por compressão homogênea é, iniciar a combustão em toda a câmara de combustão o mais simultaneamente possível. Graças a este processo de combustão é possível reduzir consideravelmente as emissões de NO_x e fuligem, ao passo que, por outro lado, ocorre um aumento das emissões de monóxido de carbono.

A desvantagem no processo de combustão homogênea nos motores de combustão interna com injeção direta, onde na operação normal o combustível é injetado diretamente na câmara de combustão consiste no fato de que no duto de aspiração precisam ser previstos dispositivos adicionais para a introdução do combustível. Isto significa um aumento de custos considerável.

Isto se evita na chamada ignição de compressão parcialmente homogênea. No caso, em motores de combustão interna com injeção direta, o momento de injeção é fortemente deslocado para 'cedo', de modo que combustível e ar somente se misturam na câmara de combustão. Em virtude do momento de injeção 'cedo' evita-se uma ignição das gotinhas de combustível, e em vez disso, sua evaporação é favorecida por um tempo de permanência relativamente longo. Porém, na maioria dos casos não há nenhuma mistura de combustível e ar completamente homogênea de modo que se fala de uma ignição de compressão parcialmente homogênea. Apesar disso, também aqui ocorre um aumento forte das emissões de monóxido de carbono. Ao mesmo tempo aumenta usualmente a emissão de hidrocarbonetos, porém, com duas diferenças consideráveis dos processos acima descritos, especialmente o do documento DE 197 31 623 B4, que se baseiam no deslocamento do momento da injeção para 'tarde'.

Por um lado, as concentrações de monóxido de carbono são consideravelmente maiores na ignição de compressão homogênea ou parcialmente homogênea do que as concentrações de hidrocarbonetos, ao passo que a relação se desloca em direção de hidrocarbonetos no deslocamento para 'tarde', e estes usualmente são consideravelmente maiores do que as concentrações de monóxido de carbono. Por outro lado, os hidrocarbonetos emitidos na ignição de compressão homogênea ou parcialmente homogênea apresentam cadeias consideravelmente mais curtas, usualmente na faixa de um a cinco átomos de carbono, de modo que pode ser evitado um depósito de fuligem nos catalisadores de oxidação devido a hidrocarbonetos de cadeias longas, pirolisados e condensados.

Especialmente na operação do motor de combustão interna parcialmente homogênea é especialmente preferida uma condução de processo onde o momento da injeção na fase de dessulfurização é deslocado para 'cedo', especialmente para pelo menos 15° de ângulo de manivela até no máximo de 370° de ângulo de manivela, antes do ponto morto de ignição superior, altamente preferido, até um valor de 20° de ângulo de manivela até 350° de ângulo de manivela antes do ponto morto de ignição superior.

Como alternativa ou, de preferência, adicionalmente pode ser previsto na fase de dessulfurização, durante a operação do motor de combustão interna homogênea ou parcialmente homogênea, elevar de tal modo uma quantidade de gás de escape retornada do lado do gás de escape para o lado do ar de sobrealimentação do motor de combustão interna, que a fração do gás de escape no ar de sobrealimentação trazido para o motor de combustão interna é de no mínimo 30% e no máximo 80%.

Também pode ser previsto que na câmara de combustão do motor de combustão interna a quantidade de gás de escape retornada na fase de dessulfurização e a relação de ar / combustível Lambda são de tal modo variadas que a temperatura da câmara de combustão na faixa acima de até inclusive 1,02 Lambda não ultrapassa 1850K, na faixa de 1,02 até inclusive 0,98 Lambda, não ultrapassa 1600K, e na faixa inferior a 0,98 Lambda não ultrapassa 1500K.

Ainda como alternativa ou adicionalmente pode ser previsto que a pressão de injeção na fase de dessulfurização é elevada em pelo menos 20%, e/ou para pelo menos 120 MPas (1200 bar), no máximo, porém, 350 MPas (3500 bar).

5 De acordo com uma outra condução de processo concreta pode ser previsto como alternativa ou adicionalmente ao aumento das emissões de monóxido de carbono que a taxa de compressão na fase de dessulfurização é abaixada em pelo menos 20%, no máximo, porém, em 75% e/ou não inferior a 6:1.

10 Também como alternativa ou adicionalmente podem ser alterados os tempos de abertura de válvula na fase de dessulfurização. Estas providências, por um lado, têm como objetivo de prolongar a retardação da ignição, de modo que resulta uma fase de homogeneização maior, por outro lado, devem alcançar um aumento de pressão forte demais através da diminuição da velocidade de combustão. Dessa forma, por um lado é possível
15 fechar pelo menos uma válvula de entrada antes de alcançar o ponto morto da troca de carga inferior. Desse modo, com a válvula de saída fechada ocorre uma diminuição da pressão da câmara de combustão e, junto com isso, uma diminuição da temperatura da câmara de combustão. Também um
20 fechamento muito tarde da válvula de entrada depois do ponto morto de troca de carga inferior é imaginável, fazendo com que o ar já aspirado seja novamente expelido através das válvulas de entrada. Este método é conhecido como ciclo de Miller, e em virtude do preenchimento menor produz pressões de pique menores durante a combustão. Uma outra possibilidade é a alteração dos tempos de abertura de válvulas na fase de dessulfurização de tal
25 modo que pelo menos uma válvula de saída fica aberta durante mais tempo, fazendo com que o teor de gás residual é elevada através do retorno de gás de escape do duto de gás de escape e em virtude disso, é diminuída velocidade de combustão. Os tempos de abertura das válvulas podem ser variados,
30 em especial com a ajuda de um acionamento de válvula variável, o que faz parte do estado da técnica, de modo que isso não será discutido aqui detalhadamente (documentos EP 0 279 265, DE 3 823 332A1, DE 38 20 895 A1).

Nisso, de acordo com uma outra condução do processo especialmente preferida, é vantajoso que a temperatura de dessulfurização seja de no mínimo 500°C e/ou a concentração de monóxido de carbono na fase de dessulfurização seja elevada para pelo menos 2000 p.p.m., no máximo, porém, para 7%, relativamente ao respectivo fluxo de massa de gás de escape. Também ficou evidente como sendo especialmente vantajoso que a concentração de hidrocarbonetos na fase de dessulfurização não ultrapasse 50% da atual concentração de monóxido de carbono. Isto, quer dizer, a elevação da temperatura de dessulfurização para pelo menos 500°C e/ou a elevação da concentração do monóxido de carbono para pelo menos 2000 p.p.m. e/ou a redução da concentração de hidrocarbonetos para abaixo de 50% da concentração de monóxido de carbono, é conseguido especialmente através das providências referente o motor acima descritas.

No contexto do ensinamento de acordo com a presente invenção deve ser considerado em especial que as providências referentes o motor acima mostradas para o aumento das emissões de monóxido de carbono na fase de dessulfurização, tais como, por exemplo, início de injeção, quantidade de gás de escape devolvida, taxa de compressão, tempos de abertura de válvulas, pressão de injeção etc., até agora no estado da técnica sempre são variados no sentido de que a quantidade de CO formada seja mantida a menor possível, a fim de evitar emissões de CO elevadas, ou o aumento da temperatura é realizada por meio da oxidação catalítica de hidrocarbonetos de cadeia longa, o que somente é bem sucedido com temperaturas de gás de escape suficientemente altas sem coqueificação dos catalisadores. Ao contrário disso, na solução de acordo com a presente invenção, porém, os parâmetros do motor são de tal modo alterados que exatamente o contrário é o caso, isto é, as emissões de CO na fase de dessulfurização são elevadas consideravelmente mais do que as emissões de HC, a fim de obter no catalisador a ser dessulfurizado uma exotermia alta em virtude da oxidação que lá acontece do monóxido de carbono para dióxido de carbono. Além disso, o processo garante que uma grande parte de hidrocarbonetos é consideravelmente menor, tipicamente na faixa de um até cinco átomos de car-

bono por molécula, do que nos processos acima mencionados do estado da técnica, fazendo com que adicionalmente, de acordo com a presente invenção seja evitado o risco de coqueificação dos catalisadores devido a grandes quantidades de hidrocarbonetos de cadeia longa. Uma vez que o monóxido de carbono e hidrocarbonetos de cadeia curta podem ser oxidados claramente mais fácil do que os hidrocarbonetos não queimados de cadeia longa da reação do combustível, que se formam em uma injeção tardia de acordo com o estado da técnica, a temperatura de arranque dos catalisadores pode ser baixada de acordo com a presente invenção. Isto permite uma dessulfurização também com temperaturas de gás de escape baixas a montante do catalisador de oxidação de NO.

As vantagens a serem obtidas com o dispositivo de acordo com a presente invenção já foram discutidas detalhadamente acima no contexto da condução do processo. Para tal, a atenção é chamada para as explicações feitas anteriormente.

As realizações e aperfeiçoamentos vantajosos da presente invenção explicados acima e/ou apresentados nas sub-reivindicações podem ser usados individualmente ou também em quaisquer combinações, exceto, por exemplo, os casos de dependências claras ou alternativas incompatíveis.

A seguir, a presente invenção é explicada detalhadamente com a ajuda de um desenho servindo apenas de exemplo.

A única figura mostra de modo esquematizado um sistema de depuração de gás de escape 1 para um motor de combustão interna 2, aqui mostrado de modo apenas extremamente esquematizado, que de modo conhecido recebe ar de sobrealimentação 12 através de uma linha de ar de sobrealimentação 3.

Do motor de combustão interna 2 sai uma linha de gás de escape 4 onde estão dispostos, a título de exemplo, um atrás do outro no sentido do fluxo do gás de escape, um catalisador de oxidação de NO 5, um catalisador SCR 6 e um filtro de partículas 7. Fluxo acima em relação ao catalisador SCR 6 ocorre a dosagem de um agente de redução, por exemplo, uma

solução aquosa de amônio, como é mostrado apenas de modo extremamente esquematizado com a seta 8.

Na linha de gás de escape 4, a montante do catalisador de oxidação de NO 5, é disposta uma turbina de gás de escape 9 de um turbocompressor movido por gás de escape 10 por meio da qual, de modo usual, um compressor 11 é acionado na linha de ar de sobrealimentação 3 para a compressão do ar de sobrealimentação 12.

Além disso, a partir da linha de gás de escape 4, uma linha de retorno de gás de escape 13 vai para a linha de ar de sobrealimentação 3, por meio da qual, de modo já conhecido, gás de escape pode ser retornado da linha de gás de escape 4 para a linha de ar de sobrealimentação 3, de acordo com os respectivos parâmetros de retorno definidos prescritos. Para liberar ou bloquear a linha de retorno de gás de escape 13, um elemento de bloqueio 14, por exemplo, uma válvula de gás de escape ou algo similar, aqui apenas mostrado de modo muito esquematizado, é disposto nessa linha de retorno de gás de escape 13.

Se agora, partindo de uma operação normal ou operação de não dessulfurização do motor de combustão interna 2, por exemplo, por meio de sensores ou dispositivos de medição similares e/ou por meio de cálculos, for constatado ou definido que precisa ser feita uma dessulfurização do catalisador de oxidação de NO 5, então, no início da fase de dessulfurização, por meio do dispositivo de controle 15, somente mostrado de modo extremamente esquematizado, pode ser prescrito uma ignição de compressão homogênea do motor de combustão interna ou uma operação parcialmente homogênea do motor de combustão interna, ou pelo menos um parâmetro operacional do motor de combustão interna pode ser alterado de tal modo na fase de não dessulfurização, que a emissão de monóxido de carbono do motor de combustão interna 2 é elevada. Nisso, de preferência, a concentração de monóxido de carbono é aumentada para pelo menos 2000 p.p.m., no máximo, porém, 7%, e dessa forma é aumentada a temperatura no catalisador de oxidação de NO a ser dessulfurizado por meio da oxidação do monóxido de carbono até uma temperatura de dessulfurização predefinida de pelo me-

nos 500°C.

Em virtude desse aumento da temperatura no catalisador de oxidação de NO 5 até a temperatura de dessulfurização predefinida ocorre então uma dessulfurização do catalisador de oxidação de NO 5, quando, mesmo em caso de uma decomposição incompleta do monóxido de carbono no catalisador de oxidação de NO 5, não haverá nenhum depósito de fuligem no catalisador de oxidação de NO 5, como poderia ser o caso, por exemplo, em uma elevação convencional da concentração dos hidrocarbonetos e uma oxidação incompleta desses hidrocarbonetos nos catalisadores de oxidação de NO. Além disso, devido ao fato de que o catalisador SCR 6 conectado a jusante ao catalisador de oxidação de NO 5 não apresenta nenhuma atividade de oxidação, tampouco haverá nenhum aumento da temperatura digno de menção nesse catalisador SCR 6, de modo que uma danificação térmica do catalisador SCR 6 pode ser evitada com segurança.

A fim de poder aumentar correspondentemente as emissões de monóxido de carbono, o dispositivo de controle 15 pode ativar, por exemplo, o elemento de bloqueio 14 de tal modo através da linha de controle 16 pontilhada, no caso, que a taxa de retorno de gás de escape é elevada para mais de 30% em relação à quantidade de ar de sobrealimentação alimentada no motor de combustão interna 2. Como alternativa ou adicionalmente pode ser previsto, como é indicado apenas de modo esquematizado com a linha de controle 17, que a relação de ar e combustível Lambda seja reduzida, por exemplo, para abaixo de 1,05, e/ou que a pressão de injeção seja aumentada, por exemplo, pelo menos 20% ou para pelo menos 120 MPas (1200 bar). Como alternativa ou adicionalmente pode ser previsto também o deslocamento do ponto de injeção, por exemplo, para pelo menos 20° de ângulo de manivela, porém, não mais do que 370° de ângulo de manivela antes do ponto morto superior (Zünd-OT) [ponto morto superior de ignição] e/ou um abaixamento da taxa de compressão, especialmente por pelo menos 20%, e/ou uma alteração dos tempos de abertura das válvulas.

É lógico que no final da fase de dessulfurização é novamente regulada para uma operação convencional do motor de combustão interna,

isto é, especialmente a ignição de compressão homogênea do motor de combustão interna ou uma operação parcialmente homogênea do motor de combustão interna.

- 5 O dispositivo de controle 15 pode ser, por exemplo, um dispositivo de controle separado. Do mesmo modo o dispositivo de controle 15 também pode ser parte integrante de um dispositivo de controle de motor do motor de combustão interna 2.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a dessulfurização de um sistema de depuração de gás de escape disposto em uma linha de gás de escape de um motor de combustão interna, especialmente de um motor de combustão interna Diesel, sendo que o sistema de depuração de gás de escape apresenta pelo menos um catalisador de oxidação sujeito à poluição com enxofre, e que, portanto, precisa ser dessulfurizado de tempos em tempos, ao qual é levado durante uma fase de dessulfurização por meio do fluxo de gás de escape uma quantidade definida de monóxido de carbono, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um catalisador de oxidação sujeito a poluição com enxofre e que, portanto, precisa ser dessulfurizado de tempos em tempos, é um catalisador de oxidação de NO (5), que apresenta atividade de oxidação de CO, que durante a fase de dessulfurização recebe por meio de ignição de compressão homogênea do motor de combustão interna ou por meio de operação parcialmente homogênea do motor de combustão interna tal quantidade de monóxido de carbono que a temperatura no catalisador de oxidação de NO (5) a ser dessulfurizado sobe até uma temperatura de dessulfurização definida que possibilita uma dessulfurização do catalisador de oxidação de NO (5).
2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o momento de injeção do combustível na fase de dessulfurização, especialmente na operação parcialmente homogênea do motor de combustão interna é deslocado para 'cedo', especialmente para 15° de ângulo de manivela até no máximo inclusive 370° de ângulo de manivela, antes do ponto morto de ignição superior, com vantagem para 20° do ângulo de manivela até 350° do ângulo de manivela antes do ponto morto de ignição superior.
3. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que na fase de dessulfurização, especialmente na operação parcialmente homogênea do motor de combustão interna, uma quantidade de gás de escape que é retornada do lado de ar de sobrealimentação do motor de combustão interna (2) é aumentada de tal modo que a fração do

gás de escape no ar de sobrealimentação levado para o motor de combustão interna é de pelo menos 30% e no máximo, de 80%.

4. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a quantidade de gás de escape levada para a câmara de combustão do motor de combustão interna na fase de dessulfurização e a relação de ar e combustível Lambda são variadas de tal modo que a temperatura da câmara de combustão na faixa entre superior até inclusive 1,02 Lambda, especialmente na faixa de 40 até inclusive 10,2 Lambda, não ultrapassa 1850 K, na faixa de 1,02 até inclusive 0,98 Lambda, não ultrapassa 1600 K, e na faixa abaixo de 0,98 Lambda não ultrapassa 1500 K.

5. Processo de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a relação de ar e combustível não diminui para abaixo de um valor Lambda de 1.

6. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a pressão de injeção na fase de dessulfurização é aumentada em pelo menos 20% e/ou para pelo menos 120 MPas (1200 bar) até no máximo 350 MPas (3500 bar).

7. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a taxa de compressão na fase de dessulfurização é reduzida por pelo menos 20% até no máximo 75% e/ou não para abaixo de 6:1.

8. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que os tempos de abertura das válvulas na fase de dessulfurização são modificados de tal modo que a quantidade de gás residual é elevada e/ou que a temperatura da câmara de combustão é abaixada.

9. Processo de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que os tempos de abertura das válvulas na fase de dessulfurização são modificados de tal modo que, especialmente com a ajuda de um acionamento de válvula variável, pelo menos uma válvula de saída fica mais tempo aberta e/ou pelo menos uma válvula de entrada é aberta mais tarde e/ou é fechada mais tarde.

10. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a temperatura de dessulfurização é de pelo menos 500°C, no máximo, porém, 650°C.

5 11. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a concentração de monóxido de carbono na fase de dessulfurização é elevada para pelo menos 2000 p.p.m., porém, no máximo para 7%.

10 12. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o valor numérico da concentração de hidrocarbonetos na fase de dessulfurização é de 5% até 50% do valor numérico da concentração de monóxido de carbono na fase de dessulfurização.

15 13. Dispositivo para a execução de um processo para a dessulfurização de um sistema de depuração de gás de escape disposto em uma linha de gás de escape de um motor de combustão interna, especialmente para a execução de um processo como definido em uma das reivindicações de processo anteriores, sendo que o sistema de depuração de gás de escape apresenta pelo menos um catalisador de oxidação sujeito a poluição com enxofre (5) e que, portanto, precisa ser dessulfurizado de tempos em tempos, ao qual é levado durante uma fase de dessulfurização, por meio do fluxo de gás de escape, uma quantidade definida de monóxido de carbono, 20 caracterizado pelo fato de que o catalisador de oxidação sujeito a poluição por enxofre e que, portanto, precisa ser dessulfurizado de tempos em tempos, é um catalisador de oxidação de NO (5) que apresenta atividade de oxidação de CO, ao qual é conectado a jusante pelo menos um catalisador SCR (6) que não apresenta nenhuma atividade de oxidação de CO. 25

14. Dispositivo de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o catalisador de oxidação sujeito a poluição por enxofre e que, portanto, precisa ser dessulfurizado de tempos em tempos, é um catalisador de oxidação de NO (5) que apresenta atividade de oxidação de CO 30 que durante a fase de dessulfurização recebe por meio de ignição de compressão homogênea do motor de combustão interna ou por meio de operação parcialmente homogênea do motor de combustão interna tal quantidade

de monóxido de carbono que a temperatura no catalisador de oxidação de NO (5) a ser dessulfurizado sobe até uma temperatura de dessulfurização definida que possibilita uma dessulfurização do catalisador de oxidação de NO (5).

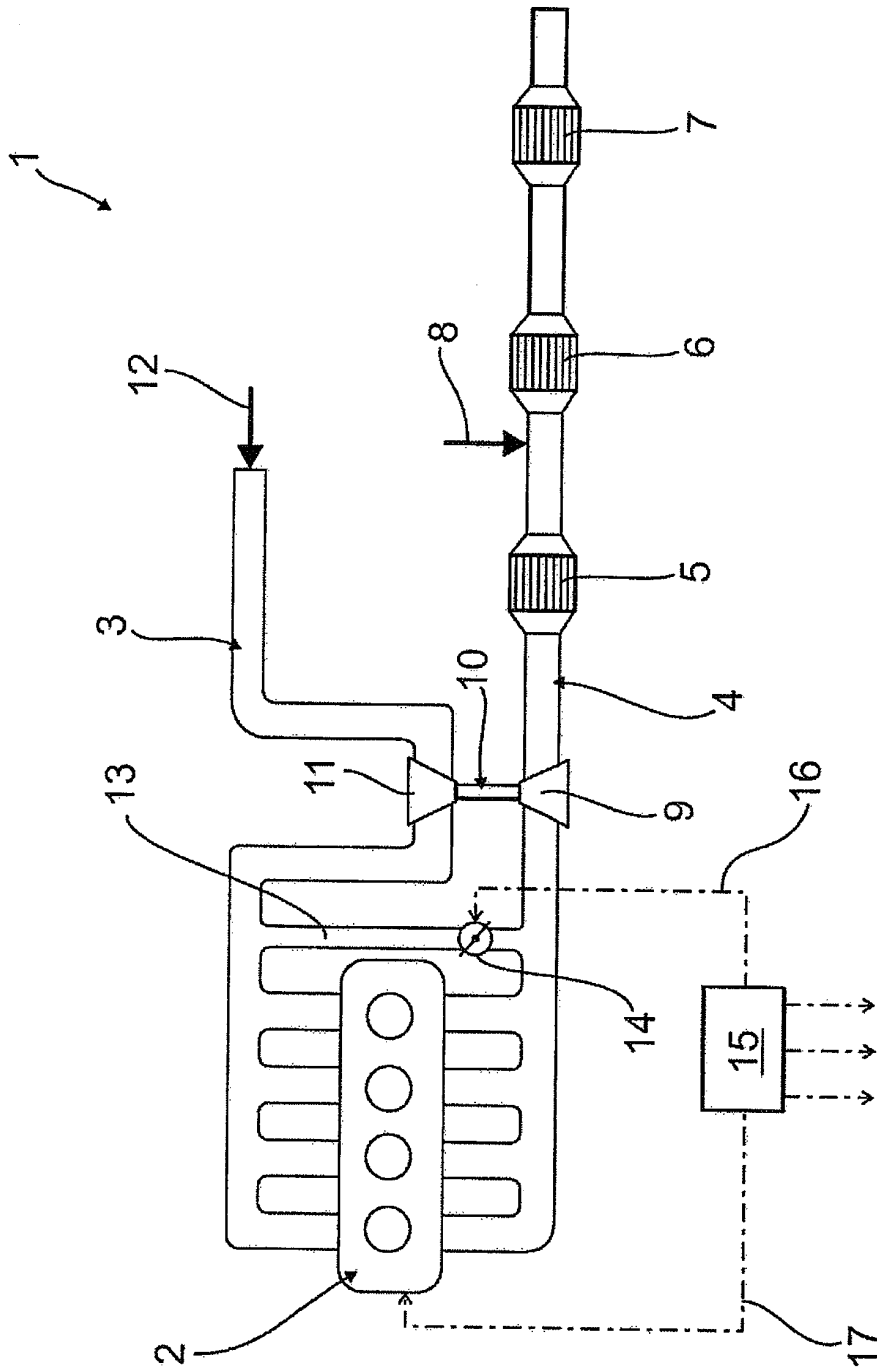


Fig. 1

RESUMO

Patente de Invenção: **"PROCESSO E DISPOSITIVO PARA A DESSULFURIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE DEPURAÇÃO DE GÁS DE ESCAPE DISPOSTO EM UMA LINHA DE GÁS DE ESCAPE DE UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA, ESPECIALMENTE DE UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA DIESEL".**

A presente invenção refere-se a um processo para a dessulfurização de um sistema de depuração de gás de escape disposto em uma linha de gás de escape de um motor de combustão interna, especialmente de um motor de combustão interna Diesel, sendo que o sistema de depuração de gás de escape apresenta pelo menos um catalisador de oxidação sujeito à poluição com enxofre e que, portanto, precisa ser dessulfurizado de tempos em tempos, ao qual é levada durante uma fase de dessulfurização por meio do fluxo de gás de escape uma quantidade definida de monóxido de carbono. De acordo com a presente invenção, o catalisador de oxidação sujeito a poluição com enxofre e que, portanto, precisa ser dessulfurizado de tempos em tempos, é um catalisador de oxidação de NO (5) que apresenta atividade de oxidação de CO, que durante a fase de dessulfurização recebe por meio de ignição de compressão homogênea do motor de combustão interna ou por meio de operação parcialmente homogênea do motor de combustão interna tal quantidade de monóxido de carbono que a temperatura no catalisador de oxidação de NO (5) a ser dessulfurizado sobe até uma temperatura de dessulfurização definida que possibilita uma dessulfurização do catalisador de oxidação de NO (5). Além disso, é sugerido um dispositivo apropriado para a dessulfurização de um sistema de depuração de gás de escape disposto em uma linha do gás de escape de um motor de combustão interna, especialmente um motor de combustão interna Diesel.