



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

(11) PI 0900652-4 B1



(22) Data do Depósito: 18/03/2009

(45) Data de Concessão: 04/08/2020

(54) Título: MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA COM UM SISTEMA DE GÁS DE ESCAPE

(51) Int.Cl.: B01D 53/00.

(30) Prioridade Unionista: 18/03/2008 DE 10 2008 014 852.0.

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

(72) Inventor(es): WOLFGANG HELD; GOTTFRIED RAAB.

(57) Resumo: MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA COM SISTEMA DE INTRODUÇÃO DE GÁS DE ESCAPE. É descrito um motor de combustão interna (1) com um sistema de gás de escape (2), no qual pode ser introduzido gás de escape do motor de combustão interna (1) e dentro do qual está prevista uma unidade de transferência de calor (4), através da qual pode ser retirado calor do sistema de gás de escape (2) e que é colocado em uma câmara de processo (5) de um sistema de tratamento posterior de gás de escape (14). Neste caso, a partir de um reservatório (8) pode ser retirado um aditivo, que é colocado dentro da câmara de processo (5), no qual pode ser feita uma alteração de estado de agregado pelo menos parcial, por meio do calor retirado do sistema de gás de escape (2), e o aditivo pode ser adicionado ao sistema de gás de escape (2) com auxílio de uma unidade dosadora (16) conectada a jusante da câmara de processo (5) no sistema de tratamento posterior de gás de escape (14). A solução técnica descrita destaca-se pelo fato de a unidade de transferência de calor (4) estar alojada em um retorno de gás de escape (3) do sistema de gás de escape (2), no qual pode ser introduzido gás de escape (...).

"MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA COM UM SISTEMA DE GÁS DE ESCAPE"

Área técnica

[0001] A presente invenção refere-se a um motor de combustão com um sistema de gás de escape, no qual o gás de escape do motor de combustão interna poder ser introduzido e dentro do qual está prevista uma unidade de transmissão de calor, através da qual pode ser retirado calor do sistema de gás de escape, e que pode ser levado para dentro de uma câmara de processo de um sistema de tratamento posterior de gás de escape. Neste caso, um aditivo, que pode ser colocado proveniente de um reservatório, na câmara de processo, no qual por meio do calor retirado do sistema de gás de escape, pode ser realizada uma alteração de estado do agregado, pelo menos parcialmente, pode ser adicionado ao sistema de gás de escape com auxílio de uma unidade dosadora conectada a jusante à câmara de processo no sistema de tratamento posterior de gás de escape.

Estado da técnica

[0002] A diminuição das emissões de NO_x e de partículas foi possível até os valores-limite Euro-2 estabelecidos por lei, exclusivamente pela combustão, ou seja, por medidas dentro do motor. Os valores-limite Euro-3 também podem ser atingidos sem tratamento posterior de gás de escape.

[0003] Para poder manter, em contrapartida, os valores-limite de gás de escape Euro-4, e particularmente Euro-5 assim como outros valores-limite de gás de escape futuros, é necessária também a aplicação de sistemas de tratamento posterior de gás de escape, em complementação a medidas no motor. Para poder atender também futuramente os valores-limite de gás de escape estabelecidos pelo legislador, são oferecidos diferentes conceitos técnicos de solução para veículos. Uma

dessas soluções técnicas prevê a redução de partículas através de medidas dentro do motor combinada com uma redução de NGy através de um tratamento posterior de gás de escape por meio de redução catalítica seletiva (tecnologia SCR).

[0004] Elemento central de um sistema SCR é um catalisador, que converte o óxido de nitrogênio em vapor d'água e nitrogênio com auxílio de amoníaco. Neste caso, antes de chegar ao catalisador SCR, é conduzido ao gás de escape um aditivo, a partir do qual pode ser produzido o amoníaco redutor, ou o próprio amoníaco como agente de redução, com auxílio de um bico injetor.

[0005] Como aditivos para a preparação do agente de redução necessário, encontram-se disponíveis a princípio amoníaco puro, carbonato de amônio ou uma solução de água-uréia. Nesse contexto, é dada preferência sobre outras substâncias no momento do uso da uréia sem odor específico, não tóxica, para a produção do amoníaco necessário para a redução. A uréia usada decompõe a temperaturas a partir de aproximadamente 200° C sob formação de amoníaco e dióxido de carbono. O processo, neste caso, refere-se ao princípio da injeção de uréia no fluxo quente de gás de escape diesel. A porção de amoníaco presente na uréia liga-se na superfície de um catalisador feito de óxido de titânio, de tungstênio e/ou de vanádio, aos óxidos de nitrogênio presentes no gás de escape, oxida com o oxigênio e, com a aplicação de um catalisador de oxidação acoplado ou integrado, forma os componentes do ar inofensivos nitrogênio e água. Conforme mostram as presentes concretizações, a dissociação termohidrolítica da solução de água-uréia, com introdução de amoníaco como agente de redução, mediante absorção de água.

[0006] Nesse contexto é conhecido a partir do documento DE 34 22 175 A1, preparar o amoníaco necessário para a reação, sendo o aditivo necessário para uma dissociação de amoníaco armazenado em um reservatório, sendo colocado em uma câmara de decomposição e ali aquecido, para que o amoníaco possa ser finalmente colocado já em forma dissociada na linha de gás de escape. Como fontes de calor para o aquecimento da substância, da qual finalmente o amoníaco é dissociado, são propostos no documento DE 34 22 175 A1 aquecimentos elétricos assim como emissores de infravermelho.

[0007] Complementarmente à publicação esclarecida no parágrafo anterior, é conhecido a partir do documento DE 42 00 514 A1, um método para a remoção de nitrogênio catalítica de gases de escape, na qual um composto químico é dissociado em seu produto de decomposição gasoso, entre outros, amoníaco, igualmente para a distribuição mais rápida dos componentes reativos na linha de gás de escape, primeiramente em uma câmara conectada a montante. Além da distribuição mais rápida das substâncias reativas no gás de escape e da reação a ela associada, que transcorre mais rapidamente, o método descrito deve assegurar uma reação mais uniforme e completa do amoníaco gasoso com o NO_x , e conseqüentemente, uma eficiência mais alta do tratamento posterior de gás de escape. Além disso, é conhecido a partir da etapa acima citada, o uso de uréia como composto químico, a partir do qual é dissociado amoníaco em uma etapa de processo conectada a montante da injeção na linha de gás de escape, sob interferência de calor.

[0008] Considerando-se o estado da técnica anteriormente descrito, a invenção tem como tarefa, apresentar um dispositivo, que possibilite realizar o aquecimento de um

composto químico, e a dissociação de amoníaco em um estágio conectado a montante na linha de gás de escape, de tal forma que os componentes de instalação necessários neste caso possam ser integrados facilmente na estrutura convencional de um motor de combustão interna. Neste caso, é particularmente possível assegurar que para os componentes necessários para os componentes de instalação para o aquecimento do aditivo, seja suficiente um espaço de instalação o menor possível. Além disso, a solução técnica, de acordo com a invenção, assegura que será feito um aquecimento do aditivo suficiente e eficaz inclusive em estados operacionais críticos do motor de combustão interna com temperaturas de gás de escape baixas.

[0009] A tarefa que serve de base à invenção, é solucionada com auxílio de um motor de combustão interna com um sistema de gás de escape, de acordo com a concretização técnica indicada na reivindicação 1. Formas vantajosas de concretização da invenção são objeto das reivindicações dependentes e são mais detalhadamente esclarecidas na descrição a seguir sob referência às figuras.

[0010] A invenção refere-se a um motor de combustão interna com um sistema de gás de escape, ao qual pode ser conduzido gás de escape do motor de combustão interna e dentro do qual é prevista uma unidade de transferência de calor, através da qual é possível retirar calor do sistema de gás de escape, e transferi-lo para uma câmara de processo de um sistema de tratamento posterior de gás de escape. Neste caso, é adicionada uma dose de aditivo ao sistema de gás de escape que pode ser inserido na câmara de processo, proveniente de um reservatório, no qual é possível realizar pelo menos parcialmente uma alteração de estado de agregado por meio do calor retirado do

sistema de gás de escape, com auxílio de uma unidade dosadora conectada a jusante às câmaras de processo no sistema de tratamento posterior de gás de escape. A invenção destaca-se pelo fato de a unidade de transferência de calor estar disposta em um retorno de gás de escape do sistema de gás de escape, ao qual pode ser conduzido gás de escape do motor de combustão interna e através do qual pelo menos uma parte do gás de escape de uma condução de ar de combustão do motor de combustão interna.

[0011] A princípio o retorno de gás de escape interno representa uma possibilidade para reduzir a emissão de gás de escape, particularmente a emissão de óxido de nitrogênio. Neste caso, é misturada à quantidade de ar aspirada uma parte dos gases de escape através de uma escolha adequada dos tempos de controle de válvula, sendo que a porcentagem de oxigênio das cargas de entrada no cilindro é reduzida e com isso aumentada a capacidade específica de calor. Isso possibilita uma redução da temperatura de combustão e, conseqüentemente, uma diminuição da emissão de óxido de nitrogênio. Ao mesmo tempo, através da condução de uma parte dos gases de escape ao processo de combustão, é reduzida a quantidade de gás de escape expulso no total.

[0012] Um outro aumento de eficiência do sistema é possível particularmente pelo fato de o gás de escape conduzido através do retorno de gás de escape à entrada de ar de combustão, é resfriado com auxílio de um trocador de calor de gás de escape correspondente. O calor retirado presente no retorno de gás de escape, pode ser utilizado, neste caso, ou para um aquecimento de motor mais rápido, particularmente na fase de partida, ou para o aquecimento de outros componentes de instalação, como

aproximadamente de um sistema de tratamento posterior de gás de escape. Através do sistema, de acordo com a invenção, é possível a utilização de um sistema de tratamento posterior de gás de escape de maneira especialmente eficaz.

[0013] A solução técnica, de acordo com a invenção, refere-se ao fato de ser retirado calor do retorno de gás de escape com auxílio de uma unidade de transferência de calor e de esse calor ser conduzido a uma câmara de processo de um sistema de tratamento posterior de gás de escape. O fundamental, neste caso, é que a câmara de processo é projetada de tal forma que pode ser conduzida a ela, um aditivo proveniente de um reservatório, cujo estado de agregado é alterado devido ao aquecimento na câmara de processo. Em seguida, o aditivo, agora transportado, pelo menos parcialmente pelo menos, para o estado em vapor e/ou gasoso, em particular o amoníaco dissociado, é adicionado à linha de gás de escape através de uma injeção correspondente. Para obter uma forma construtiva compacta, a unidade de transferência de calor é integrada diretamente no retorno de gás de escape.

[0014] Um aperfeiçoamento especial da invenção prevê que a câmara de processo disponha de meios, através dos quais é realizada a injeção de um fluxo parcial de gás de escape como fluxo portador. O fluxo portador desviado do retorno de gás de escape é injetado neste caso na câmara de processo e conduz aditivo pelo menos parcialmente transportado para o estado em vapor e/ou gasoso, para a área de outros componentes do sistema de tratamento posterior de gás de escape, nos quais o aditivo é reagido com ingredientes do gás de escape.

[0015] Em uma outra forma específica de concretização da invenção, a câmara de processo, na qual a alteração de estado

de agregado do aditivo se realiza sob dissociação de amoníaco, é diretamente integrada na unidade de transferência de calor. O elevado grau de integração dos componentes de instalação, unidade de transferência de calor e câmara de processo faz com que em última análise uma câmara seja projetada com economia de espaço para o pré-aquecimento de um aditivo sob dissociação de amoníaco e possa ser integrada diretamente em uma unidade de construção do motor.

[0016] Um aperfeiçoamento totalmente especial da invenção prevê que a unidade de transferência de calor e a câmara de processo sejam projetadas na forma de um trocador de calor tubo-em-tubo. Preferivelmente, neste caso, o tubo interno forma a parede delimitadora entre a unidade de transferência de calor situada externamente e a câmara de processo situada internamente. Desse modo, o fluxo de gás de escape que circula no retorno de gás de escape é conduzido externamente na parede delimitadora ao longo da câmara de processo. Isso possibilita um aquecimento eficiente da câmara de processo e do aditivo colocado na câmara de processo. Trata-se, preferivelmente, no caso do aditivo colocado na câmara de processo, de um aditivo fluido, particularmente de uma solução de uréia aquosa ou de uma substância sólida, que contém pelo menos parcialmente uréia, ácido cianúrico, carbonato de amônio ou carbanato de amônio.

[0017] A concretização, de acordo com a invenção, de um retorno de gás de retorno é integrada em uma unidade de transferência de calor com câmara de processo situada internamente para a produção de um gás contendo amoníaco, assegura, por um lado, um resfriamento eficaz dos gases de escape, dentro do retorno de gás de escape e disponibiliza,

por outro lado, suficientemente muita energia para a conversão do aditivo em amoníaco. Particularmente a concretização tubo-em-tubo já descrita de uma unidade de transferência de calor com câmara de processo internamente situada garante uma elevada segurança de processo em estados operacionais críticos do motor de combustão interna, também especialmente em estados operacionais, que se destacam por temperaturas de gás de escape relativamente baixas. Estados operacionais desse tipo surgem tanto na fase de partida de um motor de combustão interna como também no caso das assim chamadas cargas de dentes de serra, conforme elas ocorrem por exemplo durante o tráfego interurbano de um veículo.

[0018] A forma de concretização preferida da invenção, que prevê a integração da câmara de processo na unidade de transferência de calor na forma de um trocador de calor tubo-em-tubo, oferece além disso a vantagem de um armazenamento de calor relativamente bom dentro da câmara de processo. As propriedades térmicas da câmara de processo, especialmente a condução térmica e conseqüentemente também a dissipação de calor da câmara de processo pode ser otimizadas através de uma escolha adequada do dimensionamento do tubo. Neste caso, o tubo interno que forma preferivelmente a parede delimitadora da câmara de processo, é dimensionado de tal forma que por um lado seja assegurado um aquecimento eficaz da câmara de processo ou do aditivo colocado na câmara de processo, e que por outro, também no caso de taxas de retorno de gás de escape apenas pequenas pode-se evitar com segurança um resfriamento rápido da câmara de processo.

[0019] Além disso, um aperfeiçoamento totalmente especial da invenção prevê que a parede delimitadora da câmara de

processo seja revestida no lado interno pelo menos por áreas com dióxido de titânio (TiO_2) para influenciar positivamente a dissociação de um gás contendo amoníaco em relação ao aditivo.

[0020] O fluido contendo amoníaco que sai da câmara de processo, que tinha sido dissociado preferivelmente de uma solução aquosa, alternativamente de uma substância sólida, é transportado para uma unidade dosadora através de tubos e/ou mangueiras flexíveis. A princípio o transporte do aditivo desde o reservatório até a câmara de processo e/ou desde a câmara de processo até a unidade dosadora é feito com auxílio de uma unidade de transporte. Na medida em que as condições de pressão no sistema de tratamento posterior de gás de escape permitem, também é possível que o transporte do aditivo e/ou do fluido contendo amoníaco seja feito alternativamente através de uma queda de pressão no sistema.

[0021] A unidade dosadora fica disposta no sistema de tratamento posterior de gás de escape de tal forma que seja feita uma injeção do fluido contendo amoníaco na linha de gás de escape na área dos catalisadores de redução. No caso de um aperfeiçoamento vantajoso da invenção, a unidade dosadora no ponto de injeção na linha de gás de escape dispõe de um bico injetor Venturi. Ao prever um bico injetor Venturi, é feita uma distribuição do fluido contendo amoníaco especialmente rápida e uniforme, na linha de gás de escape. Conforme já inicialmente descrito, o amoníaco injetado na área dos catalisadores de redução, produz a conversão de óxidos de nitrogênio e oxigênio em nitrogênio e água.

[0022] Em um outro arranjo vantajoso da invenção, é conduzido à câmara de processo pelo menos parcialmente ar ambiente, adicionalmente ao aditivo. O ar retirado do ambiente

é aspirado, neste caso, com auxílio de uma unidade de ventilador correspondente e injetado para dentro da câmara de processo. Com auxílio de um comando central, a dosagem de ar é regulada na câmara de processo em função dos parâmetros operacionais do motor de combustão interna e/ou do sistema de tratamento posterior de gás de escape.

[0023] A retirada do aditivo do reservatório assim como sua introdução na câmara de processo são feitas preferivelmente reguladas por quantidade. Também neste caso, em uma unidade de controle central são inseridos campos característicos, de forma que a dosagem do aditivo seja feita em função dos parâmetros operacionais do motor de combustão interna e/ou do sistema de tratamento posterior de gás de escape.

[0024] Em uma outra forma de concretização totalmente especial da invenção, a unidade de transferência de calor integrada no retorno de gás de escape, que assegura um aquecimento da câmara de processo, fica disposta em série com pelo menos uma outra unidade de transferência de calor. Pelo menos uma outra unidade de transferência de calor disposta adicionalmente em relação ao retorno de gás de escape possibilita uma retirada de calor adicional e, portanto, um resfriamento do gás de escape no retorno de gás de escape. Desse modo, é possível aquecer outros componentes do sistema de tratamento posterior de gás de escape, outros dissipadores de calor da unidade de acionamento e/ou de um veículo acionado com a unidade de acionamento. Um resfriamento desse tipo do gás de escape no retorno de gás de escape é feito pelo menos parcialmente e preferivelmente em função de determinados parâmetros operacionais da unidade de acionamento do sistema de tratamento posterior de gás de escape e/ou do veículo

acionado com a unidade de acionamento. Um aperfeiçoamento especial prevê, nesse contexto, que por meio do calor retirado adicionalmente do retorno de gás de escape, sejam aquecidos os catalisadores previstos em um sistema de tratamento posterior de gás de escape, tais como catalisadores de redução, catalisadores de hidrólise e/ou catalisadores de oxidação, especialmente em estados operacionais, nos quais a temperatura do gás de escape que circunda os catalisadores é baixa, como por exemplo no caso de um veículo que trafega pela cidade.

[0025] A seguir, a invenção é mais detalhadamente esclarecida com auxílio de um exemplo de concretização sem com isso restringir a ideia inventiva geral, sob referência à figura. A figura ilustrada mostra esquematicamente o retorno de gás de escape do sistema de gás de escape no caso de um motor de combustão interna de um veículo utilitário.

[0026] A figura mostra esquematicamente o motor de combustão interna 1 de um veículo utilitário com um sistema de gás de escape 2, que dispõe de um retorno de gás de escape 3, por meio do qual é retirado pelo menos um fluxo parcial de gás de escape que sai do motor de combustão interna 1, e o suprimento de ar de combustão do motor de combustão interna é novamente conduzido. Dentro do retorno de gás de escape 3 é prevista uma unidade de transferência de calor 4, com auxílio da qual pode ser retirado calor do gás de escape presente dentro do retorno de gás de escape 3, o gás de escape, situado dentro do retorno de gás de escape 3 pode ser resfriado também.

[0027] Na unidade de transferência 4 é integrada uma câmara de processo 5, sendo que a parede delimitadora externa 6 da câmara de processo 5 fica em contato com o gás de escape que circula pelo retorno de gás de escape 4. A unidade de

transferência de calor 4, assim como a câmara de processo 5 são projetadas na forma de um trocador de calor tubo-em-tubo, sendo que o canal de circulação formado entre o tubo externo 7 e o tubo interno, serve para conduzir o gás de escape presente no retorno de gás de escape, e o tubo interno forma a parede delimitadora externa 6 da câmara de processo 5. O tubo externo 7 serve portanto para conduzir o gás de escape e o tubo interno para alojar a câmara de processo 5.

[0028] Além disso, é previsto um reservatório 8, no qual é armazenada uma solução de uréia aquosa. A solução de uréia aquosa empregada dispõe de uma porcentagem de uréia de 32,5% (DIN 7070/AUS32) e é conhecida sob o nome comercial AdBlue®. Na área do reservatório é prevista uma unidade de transporte 9 projetada como bomba, através da qual a solução de uréia aquosa pode ser conduzida de dentro do reservatório 8, passando pelos condutos ou mangueiras flexíveis e um ponto de entrada 10, indo para dentro da câmara de processo 5. A dosagem da solução de uréia aquosa na câmara de processo 5 é feita com regulagem de quantidade e é regulada através de uma unidade de controle central 11.

[0029] Adicionalmente, uma unidade de ventilador 12 é prevista com uma válvula de retenção 13, de tal forma que à câmara de processo 5 possa ser conduzido ar ambiente, adicionalmente à solução de uréia aquosa. Dependendo dos parâmetros operacionais do motor de combustão interna 1, assim como do sistema de tratamento posterior de gás de escape 14, é feita a dosagem de solução de uréia, considerando-se os campos característicos armazenados na unidade de controle central 11, e/ou o ar ambiente aspirado através do ventilador na câmara de processo 5. Adicionalmente ou alternativamente à

injeção de ar ambiente, é introduzido, conforme mostra a figura, um fluxo parcial de gás de escape de dentro do retorno de gás de escape com auxílio de meios de injeção 22, para dentro da câmara de processo 5. O fluxo portador 5 leva o gás contendo amoníaco, que se forma dentro da câmara de processo, consigo e assegura assim seu transporte até os componentes conectados a jusante do sistema de tratamento posterior de gás de escape.

[0030] O gás de escape quente que circula pelo retorno de gás de escape, graças ao contato com a parede delimitadora externa 6 da câmara de processo 5, aquece o compartimento interno 15 da câmara de processo 5, cuja temperatura aumenta até um valor de aproximadamente 200° C. Esse aquecimento da câmara de processo 5 produz ao mesmo tempo um aquecimento da solução de uréia aquosa colocada na câmara de processo 5. Devido a esse aquecimento realiza-se finalmente a dissociação de um gás contendo amoníaco. O gás contendo amoníaco produzido desse modo circular saindo da câmara de processo 5, passando pelos condutos e/ou mangueiras flexíveis até chegar a uma unidade dosadora 16, que injeta o fluxo de gás contendo amoníaco ou o amoníaco na área de um catalisador de redução 17 no sistema de gás de escape 2. Para obter uma distribuição a mais ininterrupta e eficaz possível do gás contendo amoníaco ou do amoníaco, a unidade dosadora 16 dispõe de um bico 18 projetado como bico de Venturi, que se estende para dentro do sistema de gás de escape 2 pela abertura de fluxo de saída. A aplicação de um bico de Venturi 18 é feita sempre quando as condições de pressão no sistema assim o exigiam.

[0031] Dentro do sistema de gás de escape 2 encontram-se opcionalmente unidades filtrantes ou separadoras de partículas

e/ou outros catalisadores. No exemplo de concretização esclarecido em conexão com a figura ilustrada, a injeção do gás contendo amoníaco ou do amoníaco é feita entre um separador de partículas 19 e o catalisador de redução subsequente 17 (Cat.SCR). A injeção do gás contendo amoníaco ou do amoníaco no sistema de gás de escape 2 é feita de acordo com o princípio do carburador, sendo que é empregado preferivelmente um bico 18 projetado como bico de Venturi no ponto de injeção.

[0032] Dentro da câmara de processo 5 a solução de uréia aquosa se decompõe sob temperaturas de aproximadamente 200° C formando amoníaco e dióxido de carbono. Após a injeção no sistema de gás de escape 2, o amoníaco presente no gás contendo amoníaco, na superfície cerâmica especial do catalisador feito de óxido de titânio, tungstênio e vanádio, se liga aos óxidos de nitrogênio presentes no gás de escape, oxida com o oxigênio e forma com auxílio do catalisador de oxidação os componentes de ar nitrogênio e água.

[0033] Além do trocador de calor tubo-em-tubo 4,5 com a câmara de processo 5 integrada para a dissociação de um gás contendo amoníaco um outro transmissor de calor 20 é integrado no retorno de gás de escape 5 do motor de combustão interna 1. Com relação ao sentido de circulação no retorno de gás de escape o trocador de calor tubo-em-tubo 4,5 e o outro transferidor de calor 20 ficam conectados um atrás do outro em série. Com auxílio do outro transferidor de calor 20 o é novamente retirado calor do gás de escape que sai do trocador de calor tubo-em-tubo 4,5, no retorno de gás de escape 3 e transportado para um meio portador de calor que circular por um outro transferidor de calor 20.

[0034] Dentro do retorno de gás de escape 3 se realiza

portanto um resfriamento de dois estágios do gás de escape. O calor retirado por meio do outro transferidor de calor 20 do retorno de gás de escape 3 pode a princípio ser disponibilizado a uma pluralidade de componentes de instalação dentro de um veículo. Preferivelmente, esse calor, é conduzido particularmente dentro da fase de partida do motor de combustão interna 1 no caso de outros estados operacionais críticos aos catalisadores presentes no gás de escape para manter ou trazer este por um período operacional satisfatório até temperaturas operacionais necessárias para as reações.

Lista de sinais de referência

- | | |
|----|--|
| 1 | Motor de combustão interna |
| 2 | Sistema de gás de escape |
| 3 | Retorno de gás de escape |
| 4 | Unidade de transferência de calor |
| 5 | Câmara de processo |
| 6 | Parede delimitadora externa da câmara de processo (tubo interno) |
| 7 | Tubo externo |
| 8 | Reservatório |
| 9 | Unidade de transporte |
| 10 | Ponto de entrada |
| 11 | Unidade de controle |
| 12 | Unidade de ventilador |
| 13 | Válvula de retenção |
| 14 | Sistema de tratamento posterior de gás de escape |
| 15 | Compartimento interno da câmara de processo |
| 16 | Unidade dosadora |
| 17 | Catalisador de redução |
| 18 | Bico |

- 19 Separador de partículas
- 20 Outro transferidor de calor
- 21 Suprimento de ar de combustão
- 22 Injeção de fluxo de gás de escape como fluxo
portador

REIVINDICAÇÕES

1. Motor de combustão interna com um sistema de gás de escape, no qual pode ser introduzido gás de escape do motor de combustão interna e dentro do qual está prevista uma unidade de transferência de calor, através da qual pode ser retirado calor do sistema de gás de escape e o qual pode ser colocado na câmara de processo de um sistema de tratamento posterior de gás de escape, podendo ser adicionado ao sistema de gás de escape um aditivo vindo de um reservatório, que pode ser colocado dentro da câmara de processo, no qual pode ser produzida uma alteração de estado de agregado pelo menos parcial por meio do calor retirado do sistema de gás de escape, com auxílio de uma unidade dosadora conectada a jusante da câmara de processo no sistema de tratamento posterior de gás de escape, caracterizado pelo fato de a unidade de transferência de calor (4) ficar alojada em um retorno de gás de escape (3) do sistema de gás de escape (2), no qual pode ser introduzido gás de escape do motor de combustão interna (1) e através do qual pelo menos uma parte do gás de escape pode ser conduzida a um suprimento de ar de combustão (21) do motor de combustão interna (1).

2. Motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o aditivo ser uma substância, na qual pode ser feita uma dissociação de amoníaco pela condução de calor.

3. Motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de o aditivo apresentar uma substância sólida, na qual pode ser feita uma dissociação de amoníaco pela condução de calor.

4. Motor de combustão interna, de acordo com qualquer uma das

reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de a câmara de processo (5) estar alojada dentro da unidade de transferência de calor (4).

5. Motor de combustão interna, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de a unidade de transferência de calor (4) e a câmara de processo (5) serem projetados na forma de um transferidor de calor tubo-em-tubo, cujo tubo interno forma uma delimitação externa (8) da câmara de processo (5).

6. Motor de combustão interna, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5, caracterizado pelo fato de estar prevista uma unidade de ventilador (12), através da qual pode ser conduzido ar retirado do ambiente à câmara de processo (5).

7. Motor de combustão interna, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 6, caracterizado pelo fato de a câmara de processo (5) dispor de pelo menos um ponto de entrada (22), através do qual pode ser introduzido pelo menos um fluxo parcial do gás de escapa presente no retorno de gás de escape (3), dentro da câmara de processo (5).

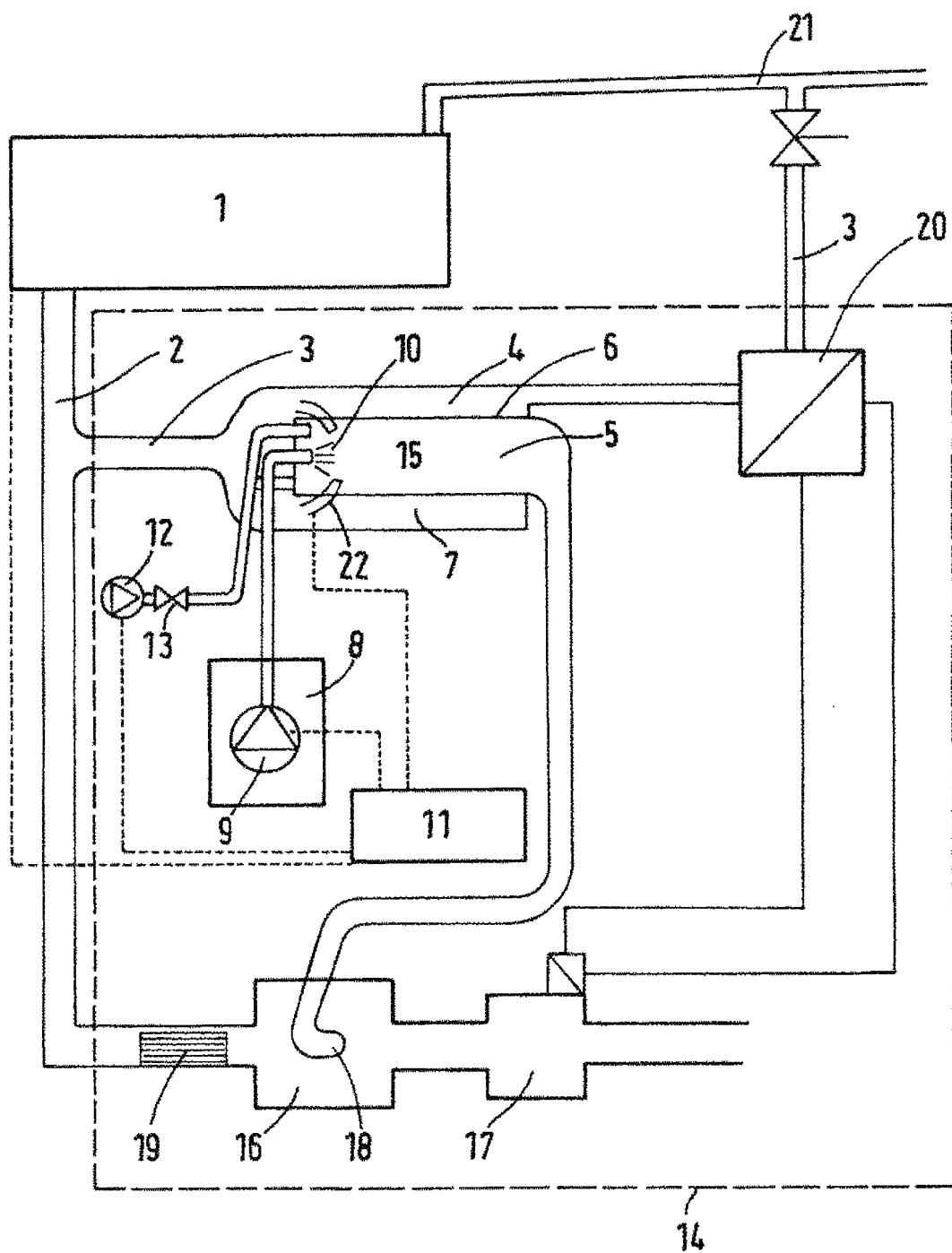


FIG.1