



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 330 573**

51 Int. Cl.:

**F01N 3/20** (2006.01)

**B01D 53/94** (2006.01)

**F01N 3/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06805948 .4**

96 Fecha de presentación : **29.09.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1931864**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.06.2008**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para reducir la proporción de óxidos de nitrógeno en el gas de escape de un motor de combustión interna.**

30 Prioridad: **06.10.2005 DE 10 2005 048 117**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**11.12.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**11.12.2009**

73 Titular/es: **Emitec Gesellschaft für  
Emissionstechnologie mbH  
Hauptstrasse 128  
53797 Lohmar, DE**

72 Inventor/es: **Brück, Rolf**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 330 573 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

# ES 2 330 573 T3

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para reducir la proporción de óxidos de nitrógeno en el gas de escape de un motor de combustión interna.

5

Son objeto de la presente invención un procedimiento y un dispositivo para reducir la proporción de óxidos de nitrógeno en el gas de escape de un motor de combustión interna. Preferiblemente, la invención se puede utilizar en el tratamiento de gases de escape en automóviles.

10

En muchos países de todo el mundo se han adoptado regulaciones legales que fijan un valor límite superior para el contenido de determinadas sustancias en el gas de escape de motores de combustión interna. Se trata aquí casi siempre de sustancias cuya emisión al medio ambiente es poco deseable. Una de estas sustancias la representan los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), cuya proporción en el gas de escape no puede sobrepasar valores límite legalmente establecidos. Debido a las condiciones marco, por ejemplo al diseño de los motores de combustión interna en lo que respecta a un consumo favorable y similares, la evitación de la emisión de óxidos de nitrógeno en el interior del motor es apta solamente en grado limitado para la aminoración de la proporción de los óxidos de nitrógeno en el gas de escape, de modo que es necesario un tratamiento posterior de los gases de escape para respetar valores límite relativamente bajos. Se ha comprobado a este respecto que es ventajosa una reducción catalítica selectiva (SCR, selective catalytic reduction) de los óxidos de nitrógeno. Este método SCR necesita un agente reductor que contenga nitrógeno. En particular, se ha comprobado que la utilización de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) como agente reductor representa una alternativa posible. Se efectúa una reducción de los óxidos de nitrógeno a nitrógeno molecular con un simultáneo consumo del agente reductor. La reducción catalítica selectiva se desarrolla usualmente en el gas de escape al circular éste por un cuerpo de soporte de catalizador correspondientemente configurado. Éste está provisto usualmente de un material catalíticamente activo, por ejemplo en forma de un revestimiento correspondiente que contiene sustancias catalíticamente activas. Tales revestimientos presentan un poder de acumulación para el agente reductor, especialmente amoníaco. Usualmente, no se tiene en cuenta este poder de acumulación para la regulación de la habilitación de agente reductor, de modo que se pueden entregar óxidos de nitrógeno no reaccionados o agente reductor al medio ambiente.

25

Se conoce por el documento DE-A1-100 43 798 un procedimiento de funcionamiento de un catalizador para la reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno. Se vigilan aquí una temperatura del catalizador y una cantidad de agente reductor almacenada en el catalizador. Cuando se produce un aumento de temperatura esperable en el catalizador, se obtiene la cantidad de agente reductor acumulable a esta temperatura en el catalizador. Cuando se presenta un exceso de agente reductor no acumulable a la temperatura que cabe esperar, se elimina este exceso.

30

Partiendo de esto, la invención se basa en el problema de indicar un procedimiento y un dispositivo para reducir los óxidos de nitrógeno presentes en el gas de escape de un motor de combustión interna, que reduzcan o impidan la probabilidad de una entrega del agente reductor al medio ambiente.

35

Este problema se resuelve por medio de un procedimiento y un dispositivo con las características de las respectivas reivindicaciones independientes. Las respectivas reivindicaciones subordinadas se dirigen a perfeccionamientos ventajosos.

40

El procedimiento según la invención para reducir la proporción de óxido de nitrógeno en el gas de escape de un motor de combustión interna por medio de una reducción catalítica selectiva en un catalizador de reducción, para la cual se habilita al menos discontinuamente un agente reductor, se basa en que, para el cálculo de la cantidad del agente reductor que se ha de habilitar, se tienen en cuenta un poder de acumulación del catalizador de reducción para el agente reductor y la dependencia de este poder de acumulación respecto de la temperatura del catalizador de reducción.

45

Por catalizador de reducción se entiende una estructura que presenta sustancias catalíticas que catalizan la reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno. Este revestimiento comprende, por ejemplo, óxido mixto de vanadio/wolframio soportado por dióxido de titanio (anatasa) o zeolitas permutadas por metal, preferiblemente zeolitas de hierro. La estructura puede comprender un cuerpo de nido de abeja, por ejemplo de cerámica, en el que están alojadas especialmente las sustancias analíticas, o bien un cuerpo de nido de abeja que está constituido por al menos una capa metálica, preferiblemente una lámina de chapa, y/o una capa metálica fabricada a base de un material metálico poroso. Los cuerpos de nido de abeja comprenden cavidades que pueden ser atravesadas por un gas de escape. El cuerpo de nido de abeja puede presentar un revestimiento correspondiente, por ejemplo un revestimiento cerámico aplicado por lavado, con las sustancias catalíticas. Como agente reductor se utiliza preferiblemente amoníaco ( $\text{NH}_3$ ). Por poder de acumulación se entiende la cantidad de agente reductor que puede incorporarse en el revestimiento y/o en el cuerpo de nido de abeja y que puede ser adsorbida en o sobre éste, de preferencia sorbida por vía física y/o química. Por habilitación al menos discontinua se entiende una habilitación que puede efectuarse discontinua o continuamente. La habilitación comprende especialmente la aportación de un precursor de agente reductor que reaccione para obtener un agente reductor, la aportación de un agente reductor y la generación de un precursor de agente reductor y/o del propio agente reductor a partir de materias presentes en el gas de escape.

50

60

Usualmente, el poder de acumulación para agente reductor del catalizador de reducción disminuye al aumentar la temperatura, de modo que a temperatura creciente del catalizador de reducción puede producirse, sin el procedimiento conforme a la invención, una desorción de agente reductor desde el catalizador de reducción. Sin embargo, dado que la temperatura del catalizador de reducción es determinable, siendo preferiblemente mensurable y/o calculable, se puede

65

## ES 2 330 573 T3

calcular una temperatura futura del catalizador de reducción, de modo que se puede adaptar la cantidad de agente reductor que se ha de habilitar. Por adaptación se entiende especialmente una reducción de la cantidad de agente reductor que se ha de habilitar. La habilitación de una cantidad reducida de agente reductor necesaria para la reacción completa de los óxidos de nitrógeno no conduce en principio a una emisión de óxidos de nitrógeno hacia el medio ambiente cuando el agente reductor está incorporado en el catalizador de reducción. Debido a la alta afinidad de los óxidos de nitrógeno para con el agente reductor, especialmente para con el amoníaco, éste se desprende del catalizador de reacción y puede reaccionar con el óxido de nitrógeno.

Por ejemplo, la regeneración de un separador de partículas, especialmente un filtro de partículas cerrado, un filtro de flujo secundario y/o un separador de partículas electrostático, conduce a una temperatura elevada del gas de escape debido a la oxidación del carbono de las partículas. Cuando el catalizador de reducción está dispuesto aguas abajo del separador de partículas, se incrementa así también la temperatura de este catalizador de reducción. Debido a la elevada temperatura disminuye el poder de acumulación del catalizador de reducción, de modo que, cuando la cantidad incorporada de agente reductor se encuentra por encima del poder de acumulación reducido, se entrega, especialmente se desorbe, la diferencia de esta cantidad con respecto al poder de acumulación a la temperatura actual. Se produce de esta manera una liberación no deseada de agente reductor hacia el medio ambiente. Sin embargo, según la invención, se tiene en cuenta la dependencia del poder de acumulación respecto de la temperatura. Por ejemplo, esto significa que, cuando el separador de partículas está necesitado de regeneración, es decir, por ejemplo, la carga del separación de partículas se encuentra por encima de un valor límite, no se realiza directamente una regeneración, sin que se calcula primero qué evolución de la temperatura cabe esperar en el catalizador de reducción a consecuencia de la regeneración. Se tiene en cuenta aquí especialmente también la cantidad de carbono que se debe oxidar. Sobre la base de la evolución de la temperatura se calcula la cantidad de agente reductor que se libera desde el catalizador de reducción. Esta cantidad se tiene en cuenta después para la habilitación de agente reductor y en particular se reduce a lo largo de un espacio de tiempo hasta la realización de la regeneración la cantidad de agente reductor que se ha de habilitar en el sistema de gas de escape. La regeneración se realiza en particular únicamente cuando la cantidad de agente reductor almacenada en el catalizador de reducción es menor o igual que el poder de acumulación del catalizador de reducción a la máxima temperatura presente en el catalizador de reducción durante la regeneración.

Al disminuir la temperatura, es decir, al aumentar el poder de acumulación para agente reductor, se puede incrementar la cantidad de agente reductor que se debe habilitar de modo que, a pesar de la incorporación de agente reductor en el catalizador de reducción, se efectúe una conversión lo más completa posible de los óxidos de nitrógeno contenidos en el gas de escape. Cuando la cantidad del agente reductor incorporado en el catalizador de reducción alcanza el poder de acumulación a la temperatura correspondiente, se puede reducir de nuevo la cantidad de agente reductor a habilitar hasta la cantidad que se necesita para la conversión de los óxidos de nitrógeno presentes en el gas de escape.

Como alternativa o adicionalmente a que al habilitar el agente reductor se tengan en cuenta un poder de acumulación del catalizador de reducción y la dependencia de este poder de acumulación respecto de la temperatura del catalizador de reducción, puede estar formado también aguas abajo del catalizador de reducción un catalizador de oxidación que oxide el agente reductor que atravesase el catalizador de reducción. Preferiblemente, este catalizador de oxidación está dimensionado de modo que se aumente la cantidad de agente reductor que puede ser convertida con seguridad por el catalizador de reducción ante un salto de temperatura desde la temperatura de funcionamiento normal hasta la temperatura incrementada en el catalizador de reducción que se aplica para la regeneración de un separador de partículas, con lo que se puede impedir también entonces la salida de agente reductor hacia al medio ambiente.

Según la invención, se calcula una evolución futura de la temperatura del catalizador de reducción.

El cálculo de la evolución futura de la temperatura del catalizador de reducción puede tener en cuenta valores de medida de la temperatura del catalizador de reducción y/o de otros sitios del sistema de gas de escape del motor de combustión interna. Como alterna o adicionalmente, se puede recurrir a datos de control, por ejemplo a un campo característico del motor de combustión interna o similares. El cálculo puede tener en cuenta eventos futuros tales como, por ejemplo, la regeneración de un separador de partículas. El cálculo puede comprender una extrapolación pura de la situación actual o bien modelos confeccionados a base de valores anteriores que tengan en cuenta, por ejemplo, modos de conducción usuales del conductor.

Según otra ejecución ventajosa del procedimiento conforme a la invención, se calcula, ante un incremento esperado de la temperatura del catalizador de reducción, la cantidad de agente reductor resultante del mismo que se liberó del catalizador de reducción y se tiene en cuenta esta cantidad resultante para la habilitación del agente reductor. La cantidad resultante puede calcularse, por ejemplo, como diferencia del poder de acumulación a la temperatura más baja y el poder de acumulación a la temperatura más alta. Adaptándose a la cantidad de óxidos de nitrógeno en el gas de escape que puede ser medida y/o calculada, por ejemplo a partir del campo característico del motor de combustión interna, se puede suspender o reducir, por ejemplo, la habilitación del agente reductor hasta que se haya liberado la cantidad necesaria de agente reductor desde el catalizador de reducción.

Según otra ejecución ventajosa del procedimiento conforme a la invención, se calcula la evolución temporal de la liberación de agente reductor.

## ES 2 330 573 T3

5 A partir de la evolución de la temperatura en el catalizador de reducción se pueden calcular de manera sencilla la evolución temporal del poder de acumulación y, por tanto, también la evolución temporal de la liberación de agente reductor. Esta evolución puede tenerse en cuenta para la habilitación del agente reductor, a cuyo fin, por ejemplo para los momentos en los que es de esperar una liberación, se reduce de manera correspondiente la cantidad de agente reductor que se debe habilitar.

Según otra ejecución ventajosa del procedimiento conforme a la invención, se tiene en cuenta la evolución temporal de la liberación para la determinación de la cantidad de agente reductor que se debe habilitar.

10 Particularmente cuando se presenta o se espera un aumento lento de la temperatura, el agente reductor liberado desde el catalizador de reducción puede utilizarse también en el momento de la liberación para la reacción de los óxidos de nitrógeno, de modo que se puede efectuar de antemano una reducción más pequeña de la cantidad de agente reductor que se debe habilitar.

15 Según otra ejecución ventajosa del procedimiento conforme a la invención, se calcula, ante un descenso esperado de la temperatura del catalizador de reducción, la cantidad de agente reductor que se ha de incorporar en el catalizador de reducción y se tiene en cuenta esta cantidad para la habilitación de agente reductor.

20 Por tanto, en este caso, se puede incrementar por breve tiempo la cantidad habilitada de agente reductor, de modo que, a pesar de una incorporación del agente reductor en el catalizador de reducción, tenga lugar una conversión sustancialmente completa de los óxidos de nitrógeno existentes en el gas de escape.

Según otra ejecución ventajosa del procedimiento conforme a la invención, se calcula la evolución temporal de la incorporación de agente reductor.

25 Según otra ejecución ventajosa del procedimiento conforme a la invención, se tiene en cuenta la evolución temporal de la incorporación para determinar la cantidad de agente reductor que se debe habilitar.

30 Así, se puede determinar la cantidad de agente reductor que se ha de habilitar de modo que en cualquier momento el agente reductor reaccione con óxidos de nitrógeno y se incorpore en el catalizador de reducción, pero no atraviese sin reacción dicho catalizador de reducción.

Según otra ejecución ventajosa del procedimiento conforme a la invención, se determina la temperatura del catalizador de reducción de al menos una de las maneras siguientes:

- 35
- medición de la temperatura del catalizador de reducción y
  - cálculo de la temperatura del catalizador de reducción.

40 La temperatura puede medirse con sondas de medida usuales. La temperatura del catalizador de reducción puede calcularse con ayuda de diferentes datos. En el cálculo de la temperatura del catalizador de reducción según la invención hay que tener en cuenta al menos una de las informaciones siguientes:

- 45
- una temperatura medida aguas arriba del catalizador de reducción;
  - una temperatura medida aguas abajo del catalizador de reducción;
  - datos de funcionamiento actuales del motor de combustión interna;
  - 50 - datos de funcionamiento del motor de combustión interna provenientes del pasado;
  - un comportamiento de regeneración de un separador de partículas; y
  - una carga de un separador de partículas.
- 55

Particularmente en condiciones de flujo conocidas en el sistema de gas de escape se puede determinar la temperatura del catalizador de reducción con ayuda de un campo característico del motor de combustión interna, eventualmente teniendo en cuenta uno o varios valores de temperatura medidos. Asimismo, se pueden tener en cuenta, por ejemplo, las características de otros componentes en el sistema de gas de escape, por ejemplo el calentamiento del gas de escape cuando otro catalizador situado aguas arriba del catalizador de reducción ha alcanzado su temperatura de arranque (temperatura "light off"). Por comportamiento de regeneración de un separador de partículas se entiende especialmente la temperatura alcanzada del gas de escape durante la regeneración, la distribución espacial de la temperatura en el separador de partículas y similares. Por carga se entiende la masa total de las partículas incorporadas y/o depositadas en y/o sobre el separador de partículas. En principio, un separador de partículas puede comprender, por ejemplo, un filtro de partículas cerrado, un filtro de flujo secundario y/o un separador de partículas electrostático. Sin embargo, se prefiere en principio la formación del separador de partículas como un filtro de partículas cerrado, especialmente con canales alternativamente cerrados.

## ES 2 330 573 T3

Según el procedimiento de la invención, se realiza una regeneración de un separador de partículas cuando la cantidad de agente reductor almacenada en el catalizador de reducción es menor o igual que el poder de acumulación a la máxima temperatura generada por la regeneración en el catalizador de reducción.

5 Según otra ejecución ventajosa del procedimiento conforme a la invención, se habilita el agente reductor de al menos una de las maneras siguientes:

- aportación y conversión al menos parcial de un precursor de agente reductor para obtener el agente reductor;
- 10 - aportación del agente reductor;
- generación y conversión al menos parcial del precursor de agente reductor para obtener el agente reductor; y
- generación del agente reductor.

15 Por precursor de agente reductor se entiende una materia que puede convertirse en el agente reductor o liberar éste. Por ejemplo, la urea representa un precursor para el agente reductor amoníaco, el cual puede hidrolizarse dando amoníaco. Este hidrólisis puede tener lugar, por ejemplo, en y/o sobre un catalizador de hidrólisis correspondientemente revestido que esté dispuesto aguas arriba del catalizador de reducción. La urea puede aportarse, por ejemplo, en forma de una solución acuosa y/o como materia sólida. Otros precursores de agente reductor para el agente reductor consistente en urea son, por ejemplo, ácido isocianico, ácido cianúrico y carbamato de amonio. Por generación de un agente reductor y/o de un precursor de agente reductor se entiende especialmente una reacción en la que se generan un agente reductor y/o un precursor de agente reductor sin aportación de más sustancias, solamente a partir de sustancias contenidas en el gas de escape. Por ejemplo, se puede generar amoníaco a través de la generación de monóxido de nitrógeno, especialmente por medio de un generador de plasma, y la reducción subsiguiente del monóxido de nitrógeno por medio de un gas que contiene hidrógeno.

20 Según otro aspecto de la presente invención, se propone un dispositivo para reducir la proporción de óxido de nitrógeno en el gas de escape de un motor de combustión interna, que comprende al menos un catalizador de reducción y un equipo de control, en donde el equipo de control es adecuado para realizar el procedimiento según la invención y está destinado al mismo.

Según el dispositivo de la invención, está comprendido también un separador de partículas. Se prefiere especialmente aquí la formación del separador de partículas como un filtro cerrado que presenta, por ejemplo, canales alternativamente cerrados. Preferiblemente, el equipo de control está diseñado de modo que la cantidad de agente reductor a habilitar sea reducida antes de la realización de una regeneración del separador de partículas para liberar primero la cantidad de agente reductor almacenada en el catalizador de reducción a fin de impedir así un gas de escape de agente reductor al producirse el brusco aumento de la temperatura del catalizador de reducción como consecuencia de la regeneración del separador de partículas.

40 Los detalles y ventajas revelados para el procedimiento según la invención se pueden transferir y aplicar al dispositivo según la invención, y viceversa. En lo que sigue se explica la invención con más detalle ayudándose de las figuras adjuntas, sin que la invención quede limitada a los detalles allí revelados. Muestran:

45 La figura 1, esquemáticamente, un ejemplo de realización de un dispositivo según la invención,

La figura 2, esquemáticamente, una curva de evolución temporal de una cantidad de agente reductor almacenada en un catalizador de reducción; y

50 La figura 3, esquemáticamente, varias curvas de evolución temporal de la cantidad de agente reductor que debe habilitarse.

La figura 1 muestra esquemáticamente un ejemplo de realización de un dispositivo según la invención, con ayuda del cual se explicará el procedimiento conforme a la invención. Un motor de combustión interna 1 está unido con un sistema de gas de escape 2 al que se conducen los gases de escape del motor de combustión interna 1. El sistema de gas de escape 2 comprende en el presente ejemplo de realización unas tuberías de escape 3, un filtro de partículas cerrado 4, un catalizador de hidrólisis 5 y un catalizador de reducción 6. El filtro de partículas cerrado 4 está constituido, por ejemplo, por un cuerpo de nido de abeja con canales alternativamente cerrados, de modo que el gas de escape tiene que atravesar paredes porosas situadas entre los canales. Para conservar la eficiencia del filtro de partículas 4 se efectúa regularmente una regeneración de dicho filtro de partículas 4. A este fin, se oxidan, por ejemplo, las partículas de negro de carbono depositadas sobre y/o en el filtro de partículas 4. Esto puede conseguirse por medio de un aumento de la temperatura del gas de escape a través de un catalizador de oxidación no mostrado colocado aguas arriba del filtro de partículas 4, a cuyo fin se hace funcionar el motor de combustión interna 1 con un exceso de carburante de modo que pasen hidrocarburos por el motor de combustión interna 1 y sean convertidos en el catalizador de oxidación, con lo cual se produce un aumento correspondiente de la temperatura del gas de escape. Si se incrementa la temperatura por encima de la temperatura de arranque de la oxidación del carbono catalizada sobre el filtro de partículas 4, este carbono se oxida por vía exoterma, con lo que se incrementa aún más la temperatura del gas de escape.

## ES 2 330 573 T3

El catalizador de reducción 5 presenta sustancias catalíticamente activas que catalizan la reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) a nitrógeno ( $\text{N}_2$ ). En el ejemplo de realización se utilizan amoníaco como agente reductor y urea como precursor de agente reductor. En un depósito de urea 7 se mantiene en reserva urea ( $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ), por ejemplo como una solución acuosa de urea y/o como materia sólida, y esta urea es transportada por una tubería de alimentación 8 hasta un lugar 9 de aportación de urea. El lugar 9 de aportación de urea está configurado, por ejemplo, como una boquilla en el caso de una solución acuosa de urea. A través del lugar 9 de aportación de urea se suministra la urea a la tubería de gas de escape 3 aguas arriba del catalizador de hidrólisis 5. Este catalizador de hidrólisis 5 comprende una estructura provista de un revestimiento correspondiente catalíticamente activo. Sobre y/o en el catalizador de hidrólisis 5 se produce una termólisis y/o una hidrólisis de la urea para convertirla en amoníaco y dióxido de carbono. El amoníaco así producido es transportado con el gas de escape hasta el catalizador de reducción 6 y reacciona allí con óxidos de nitrógeno contenidos en el gas de escape.

Asimismo, está formado un equipo de control 10. Este equipo de control 10 establece la cantidad de agente reductor que se ha de habilitar y activa de manera correspondiente el lugar 9 de aportación de urea. El catalizador de reducción 6 comprende un cuerpo de nido de abeja constituido por capas metálicas que forma cavidades que pueden ser atravesadas por gas de escape y que están definidas por las capas. El cuerpo de nido de abeja está provisto de un revestimiento cerámico, un revestimiento aplicado por lavado, que tiene sustancias correspondientes catalíticamente activas que se presentan en forma finamente distribuida en el revestimiento aplicado por lavado. En el revestimiento aplicado por lavado se pueden sorber física y/o químicamente moléculas de amoníaco, de modo que el catalizador de reducción 6 presenta a una temperatura dada un poder de acumulación para amoníaco.

La figura 2 muestra una masa M del amoníaco almacenado en el catalizador de reducción 6 en la curva de evolución temporal 11. Tanto el tiempo t como la masa M están indicados en unidades arbitrarias. A una primera temperatura T1, el catalizador de reducción 6 presenta un primer poder de acumulación 12, mientras que el poder de acumulación 13 a una segunda temperatura T2 más alta es inferior al primer poder de acumulación 12. Si se incrementa la temperatura del catalizador de reducción 6 desde la primera temperatura T1 hasta la segunda temperatura T2, se efectúa entonces una desorción del amoníaco almacenado, el cual es entregado sin consumir al medio ambiente. Según la invención, esto se contrarresta provocando, antes de que se alcance la temperatura T2, una desorción controlada del amoníaco desde el catalizador de reducción 6, tal como muestra la curva de evolución temporal 11 en la figura 2. Esto se consigue según la invención por el hecho de que, en lugar de la cantidad de amoníaco necesaria para una conversión estequiométrica de los óxidos de nitrógeno sin tener en cuenta el poder de acumulación, se aporta una cantidad menor de amoníaco. Esto conduce a la desorción de una parte del amoníaco almacenado en el catalizador de reducción 6, de modo que, a pesar de una cantidad habilitada reducida de amoníaco, los óxidos de nitrógeno son convertidos de una manera sustancialmente completa, pero al mismo tiempo se reduce la cantidad del amoníaco almacenado en el catalizador de reducción 6. Si se incrementa después la temperatura hasta la temperatura T2, la cantidad almacenada de amoníaco es entonces menor o igual que el segundo poder de acumulación 13, con lo que no se produce ninguna entrega incontrolada de amoníaco al medio ambiente.

La figura 3 ilustra este proceso. La figura 3 muestra esquemáticamente curvas de evolución temporal de la cantidad BM de amoníaco que se debe habilitar. Tanto la cantidad BM que se debe habilitar como el tiempo t están indicados en unidades arbitrarias. Para la conversión estequiométrica de los óxidos de nitrógeno en el gas de escape sin tener en cuenta la capacidad de acumulación del catalizador de reducción 6 es necesaria la aportación de una primera cantidad 14 de amoníaco a lo largo del tiempo t. La curva de evolución temporal de la primera cantidad 14 se ha dibujado con línea continua. Sin embargo, en lugar de la primera cantidad 14, se aporta una segunda cantidad 15 (dibujada con línea de puntos) o una tercera cantidad 16 (dibujada con línea de trazos) de amoníaco. Las curvas de evolución temporal de las cantidades segunda 15 y tercera 16 de amoníaco están situadas en zonas parciales por debajo de la curva de evolución de la primera cantidad 14. La cantidad de amoníaco que aquí falta se complementa por medio de amoníaco desorbido desde el catalizador de reducción 6.

La cantidad de amoníaco a habilitar y su curva de evolución temporal se determinan en el equipo de control 10. Éste está unido a través de líneas de datos 17 con el lugar 9 de aportación de urea, así como, en el ejemplo de realización, con el motor de combustión interna 1 y una sonda de temperatura 18 que está formada aguas arriba del catalizador de reducción 6 en contacto con la tubería de gas de escape 3. Con ayuda de los datos del sistema de control del motor, que eventualmente puede estar integrado también en el equipo de control 10, y con ayuda de los datos de la sonda de temperatura 18, el equipo de control 10 puede calcular la temperatura actual del catalizador de reducción 6. Asimismo, se puede calcular la evolución futura de la temperatura del catalizador de reducción 6, por ejemplo también teniendo en cuenta una regeneración futura a realizar en el filtro de partículas 4. Así, por ejemplo, la primera temperatura T1 del ejemplo anteriormente indicado puede representar la temperatura actual del catalizador de reducción 6 y la temperatura T2 puede representar la más alta temperatura de dicho catalizador de reducción 6 que cabe esperar durante y/o después de una regeneración del filtro de partículas 4. En este caso, puede evitarse eficazmente que se entregue amoníaco no convertido al medio ambiente a consecuencia de la temperatura incrementada por la regeneración del filtro de partículas 6. Esto reduce el consumo de amoníaco de una manera ventajosa.

Aguas abajo del catalizador de reducción 6 está formado un catalizador de oxidación 19. No obstante, si pasa agente reductor por el catalizador de reducción 6, este agente se oxida sobre el catalizador de oxidación y no llega así al medio ambiente. La capacidad del catalizador de oxidación 19 para convertir agente reductor puede adaptarse de manera ventajosa, alternativa o adicionalmente, a la diferencia de los poderes de acumulación a temperatura de

## ES 2 330 573 T3

funcionamiento normal y a la más alta temperatura que cabe esperar, por ejemplo en el marco de una regeneración del filtro de partículas 4, con lo que se garantiza que, incluso sin la reducción precedente según la invención de la cantidad del amoníaco a habilitar, se evite una irrupción del amoníaco en el medio ambiente.

- 5 El procedimiento según la invención permite la adaptación de la cantidad de agente reductor que se debe habilitar a la temperatura futura del catalizador de reducción 6 y al poder de acumulación 12, 13 a esta temperatura. Se puede impedir así, por ejemplo, que se desorba agente reductor desde el catalizador de reducción 6 cuando se incremente la temperatura de dicho catalizador de reducción 6, por ejemplo por la regeneración del filtro de partículas 4. A este fin, en la antesala de la regeneración del filtro de partículas 4 se habilita una menor cantidad 15, 16 de agente reductor en lugar de una primera cantidad 14 de dicho agente reductor necesaria para la conversión estequiométrica de los óxidos de nitrógeno del gas de escape sin tener en cuenta el poder de acumulación 12, 13.

### Lista de símbolos de referencia

- |    |    |                              |
|----|----|------------------------------|
| 15 | 1  | Motor de combustión interna  |
|    | 2  | Sistema de gas de escape     |
|    | 3  | Tubería de gas de escape     |
| 20 | 4  | Filtro de partículas         |
|    | 5  | Catalizador de hidrólisis    |
| 25 | 6  | Catalizador de reducción     |
|    | 7  | Depósito de urea             |
|    | 8  | Tubería de alimentación      |
| 30 | 9  | Lugar de aportación de urea  |
|    | 10 | Equipo de control            |
| 35 | 11 | Curva de evolución temporal  |
|    | 12 | Primer poder de acumulación  |
|    | 13 | Segundo poder de acumulación |
| 40 | 14 | Primera cantidad de amoníaco |
|    | 15 | Segunda cantidad de amoníaco |
| 45 | 16 | Tercera cantidad de amoníaco |
|    | 17 | Línea de datos               |
|    | 18 | Sonda de temperatura         |
| 50 | 19 | Catalizador de oxidación     |

55

60

65

**REIVINDICACIONES**

5 1. Procedimiento para reducir la proporción de óxidos de nitrógeno en el gas de escape de un motor de combustión  
interna (1) por medio de una reducción catalítica selectiva en un catalizador de reducción (6), para la cual se habilita  
al menos discontinuamente un agente reductor, **caracterizado** porque, para la determinación de la cantidad (14, 15,  
16) de agente reductor que se debe habilitar, se tienen en cuenta un poder de acumulación (12, 13) del catalizador de  
reducción (6) para el agente reductor y la dependencia de este poder de acumulación (12, 13) respecto de la temperatura  
10 del catalizador de reducción (6), y porque se calcula la temperatura futura del catalizador de reducción (6) teniendo en  
cuenta al menos una de las informaciones siguientes:

- un comportamiento de regeneración de un separador de partículas (4); y
- una carga de un separador de partículas (4),

15 realizándose una regeneración del separador de partículas (4) cuando la cantidad de agente reductor almacenada  
en el catalizador de reducción (6) es menor o igual que el poder de acumulación (12, 13) a la máxima temperatura en  
el catalizador de reducción (6) generada por la regeneración.

20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que, ante un aumento esperado de la temperatura esperado de la  
temperatura del catalizador de reducción (6), se calcula la cantidad de agente reductor resultante del mismo que se  
libera desde el catalizador de reducción (6), y se tiene en cuenta esta cantidad resultante para la habilitación del agente  
reductor.

25 3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que se calcula la evolución temporal de la liberación de agente  
reductor.

4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que se tiene en cuenta la evolución temporal de la liberación para  
la determinación de la cantidad de agente reductor que se debe habilitar.

30 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, ante un descenso esperado de la  
temperatura del catalizador de reducción (6), se calcula la cantidad de agente reductor que se ha de incorporar en el  
catalizador de reducción (6), y se tiene en cuenta esta cantidad para la habilitación de agente reductor.

35 6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que se calcula la evolución temporal de la incorporación de agente  
reductor.

7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que se tiene en cuenta la evolución temporal de la incorporación  
para determinar la cantidad de agente reductor que se debe habilitar.

40 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se habilita el agente reductor de al  
menos una de las maneras siguientes:

- aportación y conversión al menos parcial de un precursor de agente reductor para obtener el agente reductor;
- 45 - aportación del agente reductor;
- generación y conversión al menos parcial de un precursor de agente reductor para obtener el agente reductor; y
- 50 - generación del agente reductor.

9. Dispositivo para reducir la proporción de óxidos de nitrógeno en el gas de escape de un motor de combustión  
interna (1), que comprende al menos un catalizador de reducción (6), un separador de partículas (4) y un equipo de  
control (10), siendo adecuado el equipo (10) para realizar el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones  
55 anteriores y estando destinado al mismo.

60

65

FIG. 1

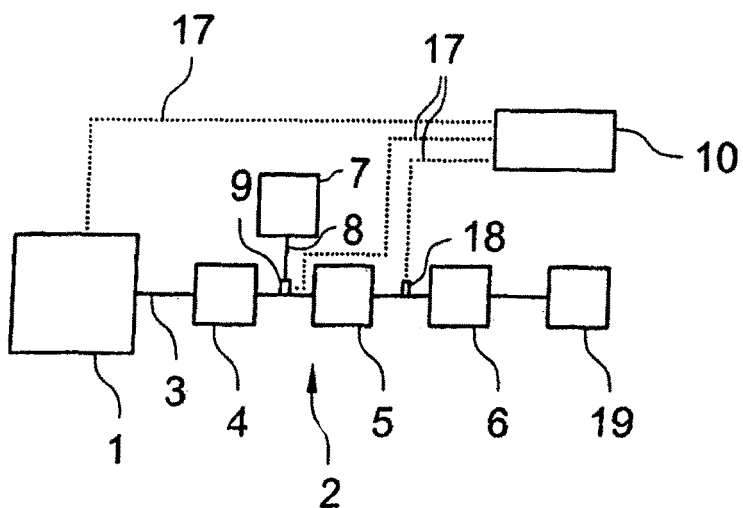


FIG. 2

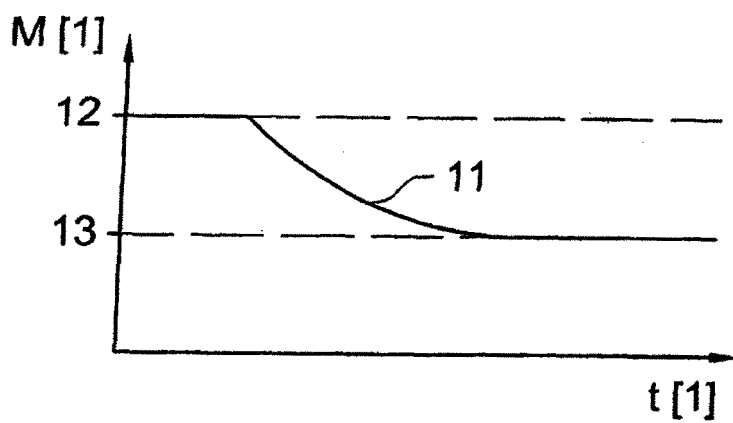


FIG. 3

