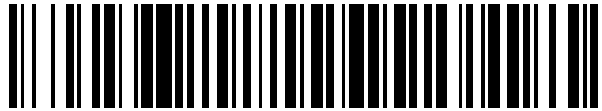


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 414 160**

51 Int. Cl.:

F01N 3/025 (2006.01)

F01N 3/20 (2006.01)

F01N 9/00 (2006.01)

B01D 53/94 (2006.01)

F01N 3/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2009 E 09795709 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2013 EP 2399011**

54 Título: **Método para purificación de gas de escape de un motor diesel**

30 Prioridad:

20.02.2009 DK 200900236

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

18.07.2013

73 Titular/es:

**HALDOR TOPSØE A/S (100.0%)
Nymøllevej 55
2800 Kgs. Lyngby, DK**

72 Inventor/es:

**GEKAS, IOANNIS y
JOHANSEN, KELD**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 414 160 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).

DESCRIPCIÓN

Método para purificación de gas de escape de un motor diesel.

La invención se refiere a purificación de gas de escape de un motor diesel. Las partículas, hidrocarburos quemados de manera incompleta, óxido de carbono, CO y óxidos de nitrógeno, NO_x se eliminan del gas de escape.

5 La invención se refiere específicamente a un método de purificación que incluye un método eficaz, pero simple, para regeneración del filtro.

Los métodos para purificación de gas de escape son ya conocidos. En la patente de EE.UU. 6.863.874 se describe un método, donde se eliminan las impurezas en un gas de escape por oxidación seguido por un filtro, donde se oxida negro de humo mediante dióxido de nitrógeno y oxígeno. Aguas abajo además, se inyecta agente reductor de entrada a un absorbedor de NO_x y con posterioridad se instala un catalizador de tres vías o un catalizador para reducción selectiva.

10

Se desvela otro procedimiento en la patente de EE.UU. 6.696.031, donde se eliminan las impurezas por oxidación, filtración y reducción catalítica selectiva (RCS). Se inyecta amoníaco aguas arriba de la oxidación o RCS y aguas arriba además de esto, se instala un catalizador de pre-oxidación, al que se puede introducir hidrocarburo. Un ordenador debe controlar las dos corrientes de amoníaco.

15

Las impurezas de un gas de escape se eliminan por el método de la patente de EE.UU. 6.871.489 haciendo pasar el gas por un catalizador de oxidación, un refrigerante, provisto de una desviación, una sección RCS que incluye inyección de urea, por un calentador y finalmente un filtro de material en forma de partículas diesel. De esta manera, el filtro se debe regenerar por elevación de la temperatura del filtro aumentando la salida de calor del calentador.

20 Estos procedimientos son complicados, requieren energía o presentan una descomposición de urea reducida de manera simultánea con una reducción catalítica reducida de NO_x en la puesta en marcha con el motor frío.

La patente alemana DE 10 2004 049289 desvela un sistema para purificación de gas de escape de motor diesel. El sistema comprende en serie una sección para la reducción selectiva de óxidos de nitrógeno, una sección con un catalizador de oxidación y una sección con un filtro de material en forma de partículas diesel.

25 La patente internacional WO 2006/066043 se refiere a un sistema para regenerar un filtro de material en forma de partículas diesel. El sistema incluye un dispositivo de suministro de combustible situado aguas arriba del filtro de material en forma de partículas diesel. Un controlador controla la velocidad en que se dispensa el combustible por el dispositivo de suministro de combustible. El dispositivo de suministro de combustible está situado aguas arriba de un convertidor catalítico (catalizador de oxidación diesel, COD) que está situado aguas arriba del filtro de material en forma de partículas diesel.

30

Es el objeto general de esta invención proporcionar un procedimiento de purificación, que elimine con eficacia partículas, hidrocarburos quemados de manera incompleta, óxido de carbono, CO y óxidos de nitrógeno, NO_x, de un gas de escape y regenere el filtro y al mismo tiempo sea muy simple.

35 La invención proporciona un método para purificación de gas de escape de un motor diesel en un sistema, que comprende un dispositivo para reducción catalítica selectiva y un filtro de material en forma de partículas diesel preferiblemente al menos parcialmente convertido por una capa catalítica e instalado aguas abajo del dispositivo para reducción catalítica selectiva. Un dispositivo para oxidación catalítica se instala aguas arriba del dispositivo para reducción catalítica selectiva y/o entre el dispositivo para reducción catalítica selectiva y el filtro de material en forma de partículas diesel catalizado. Un dispositivo para inyección de una cantidad controlada de agente reductor se instala a la entrada del dispositivo para reducción catalítica selectiva y se instala un dispositivo para inyección de una cantidad controlada de hidrocarburo a la entrada de la oxidación catalítica.

40

La invención proporciona que se regenere de manera pasiva el filtro de material en forma de partículas diesel catalizado por cierre de la inyección de agente reductor y se regenere de manera activa el filtro de material en forma de partículas diesel catalizado por apertura de la inyección de hidrocarburo a la entrada de al menos un dispositivo para oxidación catalítica y opcionalmente cierre para la inyección de agente reductor. El filtro se regenera de manera pasiva por NO₂ a una temperatura hasta 500°C y se regenera de manera activa a una temperatura de 500°C a 700°C.

45

El agente reductor es amoníaco, disolución acuosa de amoníaco, urea, una disolución acuosa de urea, ácido cianúrico. Otros potenciales reactivos a base de nitrógeno incluyen: ammelide, ammelinge, cianato de amonio, biuret, carbamato de amonio, carbonato de amonio, formiato de amonio, melamina y triclanourea. Se prefiere amoníaco, disolución acuosa de amoníaco, urea, una disolución acuosa de urea, ácido cianúrico.

50

El hidrocarburo es combustible, preferiblemente combustible para el motor diesel. La reducción catalítica selectiva tiene lugar en presencia de un catalizador a base de vanadio o un catalizador a base de zeolita o una mezcla de óxido de metal básico con funciones ácido. El catalizador a base de vanadio es óxido de vanadio sobre óxido de

- 5 titanio con posible adición de óxidos de tungsteno o molibdeno. El catalizador a base de zeolita comprende zeolita beta modificada con cobre y/o hierro, ZSM-5 o chabasita y la mezcla de óxido de metal básico con funciones ácido comprende mezclas de óxido de cerio-circonio ácidas y mezclas de óxido de circonio-titanio. El catalizador a base de vanadio se usa de 150°C a 550°C y el catalizador a base de zeolita o el catalizador ácido de mezcla de metal básico se usa de 150°C a 800°C.
- 10 Cuando se instala un primer catalizador de oxidación aguas arriba del dispositivo de reducción catalítica selectiva y un segundo catalizador de oxidación se instala entre el dispositivo de reducción catalítica selectiva y el filtro de material en forma de partículas diesel, después se puede inyectar amoníaco a la entrada del primer catalizador de oxidación. El primer catalizador de oxidación comprende platino y paladio sobre óxido de aluminio activado con óxido de lantano o platino y paladio sobre óxido de titanio activado con óxido de silicio o platino y paladio sobre óxido de cerio activado con óxido de circonio. El segundo catalizador de oxidación comprende paladio sobre óxido de aluminio activado con óxido de lantano u óxido de paladio sobre óxido de titanio activado con silicio o paladio sobre óxido de cerio activado con óxido de circonio o mezcla de óxidos de cobre y manganeso o paladio sobre una mezcla de óxidos de cobre y manganeso.
- 15 La capa catalítica en el filtro de material en forma de partículas diesel comprende una mezcla de óxidos de metal básicos en posible asociación con metales preciosos como paladio y platino. Un ejemplo ventajoso especial con paladio sobre mezcla de óxido de cerio y óxido de circonio se describe en la patente europea EP 1 916 029.
- Se mide la caída de presión por el filtro y se usa una señal creada para controlar la adición de agente reductor y combustible de adición.
- 20 La invención comprende además un sistema para realizar el método mencionado anteriormente.
- Este sistema asegura la puesta en marcha en frío, rápida, del catalizador de reducción selectiva y se obtienen conversiones muy altas de NOx. Por gestión activa del encendido/apagado de la inyección de agente reductor e hidrocarburo se asegura la regeneración tanto pasiva como activa del filtro catalizado.
- 25 Esta invención es muy útil en la limpieza de un gas de escape de un motor diesel, que se instala en vehículos de motor, típicamente coches, furgonetas, camiones y también recipientes. También en plantas de energía conducidas por motores diesel el gas de escape se puede limpiar de manera ventajosa por el procedimiento de la invención.
- La FIG 1 es un dibujo esquemático de un procedimiento para purificación de gas de escape según tecnología conocida.
- 30 La FIG 2 es un dibujo esquemático de un procedimiento para purificación de gas de escape según una realización preferida del procedimiento de la invención.
- La FIG 3 es un dibujo esquemático de un procedimiento para purificación de gas de escape según otra realización preferida del procedimiento de la invención.
- La FIG 4 es un dibujo esquemático de un procedimiento para purificación de gas de escape según otra realización preferida más del procedimiento de la invención.
- 35 Los motores diesel operan con aire en exceso y sus gases de escape comprenden: óxidos de nitrógeno, NO_x, monóxido de carbono, CO, materia en forma de partículas e hidrocarburos quemados de manera incompleta, que aumentan todos el riesgo para la salud.
- La invención comprende básicamente tres procedimientos durante la purificación normal de gas de escape:
- Oxidación catalítica, donde CO, NO y HC reaccionan con O₂ para formar CO₂, NO₂ y H₂O y calor.
- 40 Reducción catalítica selectiva, donde NO y NO₂ se reducen típicamente mediante NH₃ para formar N₂ y H₂O
- Y captar partículas en un filtro recubierto de manera catalítica, donde CO, C, HC y posible desprendimiento de NH₃ se oxidan a N₂, CO₂ y H₂O
- C se refiere en la presente memoria a materia en forma de partículas o negro de humo depositado en el filtro de material en forma de partículas diesel.
- 45 Cuando las partículas sin embargo se acumulan en el filtro, el filtro se puede regenerar por oxidación con dióxido de nitrógeno, óxido de metal básico del recubrimiento del filtro o a mayores temperaturas con oxígeno en el gas de escape:
- C y HC se oxidan mediante NO, NO₂ y/u O₂ para formar N₂, CO₂ y H₂O.
- 50 La tecnología del sistema de escape diesel usada en el momento presente (tecnología conocida) se caracteriza por tener un catalizador RCS aguas abajo del filtro catalizado como se muestra en la Fig. 1.

El gas 1 de escape fluye de un motor a un catalizador 2 de oxidación, se hace pasar después el gas 3 de escape oxidado al filtro 4 de material en forma de partículas diesel. Después se inyecta este agente 5 reductor en el gas de escape y se introduce después el gas 6 de escape mezclado en un catalizador 7 para reducción catalítica selectiva, RCS, de donde sale el gas de escape 8 de escape del catalizador 7 limpio. Cuando se requieren temperaturas aumentadas, se inyecta con posterioridad hidrocarburo 9 en el motor o se inyecta en el gas 1 de escape entre el motor y el catalizador 2 de oxidación. Esto se describe además en el procedimiento (1) a continuación.

(1) Motor → COD→cDPF →Urea_{iny} →zRCS

donde COD es un catalizador de oxidación diesel que contiene Pt para formación de NO₂ y cDPF es un filtro de negro de humo catalizado que también puede contener Pt para formación de NO₂.

10 Se inyecta agente reductor urea_{iny}, típicamente una disolución acuosa de urea, zRCS es un catalizador RCS con base zeolítica o una mezcla de óxido de metal básico con funciones ácido.

Durante la regeneración forzada del filtro con temperaturas de entrada del filtro alrededor de 600°C el sistema será como:

(2) Motor → HC_{iny}→ COD→cDPF →zRCS

15 donde HC_{iny} es hidrocarburo, que se inyecta en el gas de escape del motor y aguas arriba de COD. La regeneración pasiva de negro de humo con NO₂ tiene lugar en la configuración como se muestra en el procedimiento (1).

Este sistema presenta diversas desventajas. El calentamiento y el inicio de la reacción RCS desde la puesta en marcha en frío son lentos, y la emisión total de NO_x, también medida en un ciclo de ensayo, será alta. La puesta en marcha también es lenta, ya que la inyección de urea requiere como mínimo 200°C. Además, el catalizador zRCS 20 podrá resistir temperaturas de regeneración del filtro de al menos 750°C y también la operación con zRCS normalmente requiere controlar la relación NO₂/NO, que es alterada por el cDPF ya que la materia en forma de partículas también reacciona con NO₂ en el filtro. Finalmente, el sistema es muy caro.

Una realización preferida de la presente invención se muestra en la Fig. 2. El gas 1 de escape de un motor se hace pasar por un catalizador 2 de oxidación, un catalizador 7 para reducción catalítica selectiva y como última etapa por un filtro 4 de material en forma de partículas diesel. El agente 5 reductor se inyecta entre el catalizador 2 de oxidación y el catalizador 7 RCS. El hidrocarburo 9 se puede inyectar aguas arriba del catalizador 2 de oxidación.

El nuevo sistema de escape diesel con la configuración inversa, RCS antes que cDPF, se describe además en el procedimiento (3) a continuación. Comprende además una nueva gestión especial.

(3) Motor → COD→Urea_{iny}→zRCS→cDPF

30 donde zRCS es un catalizador RCS con base zeolítica o un catalizador de mezcla de óxido de metal básico con funciones ácido, que tolera como mínimo 750°C.

cDPF es un filtro de material en forma de partículas diesel preferiblemente recubierto de manera catalítica. En esta realización es especialmente ventajoso usar un recubrimiento de óxido de metal a base de paladio como el catalizador BMC-211 comercialmente disponible de Haldor Topsoe A/S y se describe en la solicitud de patente europea EP 1 916 029. Este catalizador limita la posible emisión de NO₂ y facilita la combustión del negro de humo en el intervalo de temperatura 300 - 600°C.

40 COD es un catalizador de oxidación diesel, que puede presentar diferentes composiciones. Este catalizador es metal o metales preciosos sobre portadores de óxido de metal activados que se aplican típicamente sobre sustratos de cadena principal monolítica como: cordierita, carburo de silicio, mullita o Fecralloy. Contiene típicamente platino. Comprende platino y paladio sobre óxido de aluminio activado con óxido de lantano o platino y paladio sobre óxido de titanio activado con óxido de silicio o platino y paladio sobre óxido de cerio activado con óxido de circonio.

Esta invención asegurará la regeneración de manera eficaz de negro de humo del filtro en condiciones tanto pasivas como activas en sistemas de escape diesel, donde el catalizador RCS se pone aguas arriba de cDPF. Además asegura alta conversión de NO_x para puesta en marcha en frío. La combustión de negro de humo con O₂ en el gas de escape tiene lugar en el intervalo de temperatura por encima de 575°C durante la regeneración activa. La regeneración pasiva de NO₂, que es combustión de negro de humo usando NO₂, puede tener lugar en el intervalo de temperatura de 250 - ca 450°C. Finalmente, la combustión de negro de humo del catalizador pasiva también puede tener lugar en un filtro catalizado. En el intervalo de temperatura de 300 - 600°C un catalizador BMC-211 de metal básico puede facilitar la combustión de negro de humo.

50 Una regeneración activa en el sistema (3) tiene lugar a la temperatura a la entrada del filtro ca 620°C con post-inyección diesel en el motor por detención simultánea de la inyección de urea como se muestra en el procedimiento (4) a continuación. En este sistema se requiere que el catalizador RCS, por ejemplo, catalizador RCS zeolítico pueda resistir la temperatura.

(4) Motor → HC_{iny} → COD → zRCS → cDPF Tfiltro_{dentro} = 620°C durante 10 minutos

El procedimiento (3) presenta muchas ventajas comparado con la presente tecnología, pero parece tener una desventaja durante la regeneración pasiva del filtro mediante dióxido de nitrógeno. La presente invención resuelve esta aparente desventaja del sistema (3) de concentración en NO₂ muy baja aguas abajo del RCS comparado con el sistema con un catalizador RCS aguas abajo del filtro catalizado como se muestra en el procedimiento (1) de la tecnología conocida. La presente invención asegura la regeneración pasiva del filtro de negro de humo con NO₂.

La presente invención también implica la gestión activa del sistema (3) o (4). La invención comprende que la concentración de NO₂ aumente temporalmente en intervalos de tiempo cortos por detención de la inyección de urea, así que se forme NO₂ durante la regeneración pasiva y se pueda ahorrar combustible diesel. Este aumento temporal en NO₂ se inicia, cuando la caída de presión por el filtro catalizado ha aumentado a un valor preestablecido y la temperatura a la entrada del filtro ha alcanzado un valor preestablecido, que debería ser al menos 250°C. Después el sistema (3) funcionará como se muestra en el procedimiento (5) del sistema:

(5) Motor → COD → zRCS → cDPF

En el intervalo de temperatura ca 300 - 400°C, la NO₂/NO será óptima para un alto contenido en NO₂. La concentración de NO₂ y el efecto de la combustión pasiva de negro de humo se puede aumentar además por el cierre temporal de la Recirculación del Gas de Escape del motor (RGE), como se muestra a continuación por (6) al mismo tiempo con inyección de urea se detiene como se muestra en (5).

(6) Motor (no RGE) → COD → zRCS → cDPF

Se puede conseguir una mejora más del sistema (3) por inyección de amoníaco (NH₃) en vez de urea, que requiere calentar los dos para evaporación de agua y para la descomposición de urea. Después la reacción RCS puede empezar desde aproximadamente 150°C y el catalizador RCS se puede poner mucho más cerca del catalizador de oxidación diesel COD ya que la mezcla de NH₃ puede tener lugar dentro de una longitud de tubo de escape de unos centímetros por ej., 5 cm. Después se consigue menos NO_x fuera del sistema de escape en la carretera y cuando se ensaya por cualquier ciclo de ensayos clásicos gubernamental.

El sistema con regeneración pasiva mejorada por inyección de NH₃ detenida se muestra por los procedimientos (5) y (6). Una posible mejora más del sistema (5) es inyectar amoníaco (NH₃) aguas arriba del COD. Haciendo esto se forma NO₂ extra en el COD y se usa para regeneración pasiva. Al mismo tiempo, aumenta la temperatura en el sistema. Esto se muestra a continuación con y sin recirculación de gas de escape.

(7) Motor → NH₃_{iny} → COD → zRCS → cDPF

(8) Motor (no RGE) → NH₃_{iny} → COD → zRCS → cDPF

El sistema (3) tiene especial interés para coches de pasajeros con opciones post-inyección diesel.

Otra realización preferida de la invención se muestra en la Fig. 3, donde se muestra que el gas 1 de escape del motor pasa de manera sucesiva por un primer catalizador 2 de oxidación, catalizador 7 de reducción selectiva, un segundo catalizador 10 de oxidación y finalmente el filtro 4 de material en forma de partículas diesel. Los hidrocarburos 9 y 11 se pueden añadir a la corriente de gas de escape aguas arriba del primer 2 y el segundo 10 catalizador de oxidación, mientras que el agente reductor 5 se inyecta a la entrada del catalizador 7 de reducción selectiva. Fuera del filtro 4 fluye la corriente 8 de gas de escape limpio.

La cantidad de agente reductor 5 se controla por la válvula 12. Esta recibirá una señal desde por ej., una medida de la diferencia de presión por el filtro 4 y la válvula 12 se cerrará para empezar la regeneración pasiva. De manera similar, cuando una necesidad para aumentar la temperatura en o a la salida de uno de los catalizadores 2, 10, de oxidación, se abrirá la válvula 16 y/o 14. Opcionalmente se podía añadir aquí amoníaco. Esta realización se describe además a continuación. La operación normal se describe por:

(9) Motor → COD (1) → Urea_{iny} → RCS → HC_{iny} → COD (2) → cDPF.

Este es un ejemplo importante y se denomina sistema Euro VI sistema clásico inverso de Haldor Topsoe. RCS puede ser RCS a base de vanadio o RCS zeolítico o una mezcla de óxido de metal básico con funciones ácido. Durante la regeneración activa el procedimiento es:

(10) Motor → COD (1) → NH₃_{iny} → zRCS → HC_{iny} → COD (2) → cDPF

Y en la puesta en marcha en frío y con regeneración activa simultánea:

(11) Motor → NH₃_{iny} → COD (1) → NH₃_{iny} → zRCS → HC_{iny} → COD (2) → cDPF.

Por inyección de NH₃ al primer COD (1) aguas arriba la realización de puesta en marcha en frío se puede mejorar por el calor generado y la relación NO₂/NO será más óptima para la reacción RCS sobre zRCS también.

El COD (1) es el COD descrito para el sistema (3).

El catalizador COD (2) son metales preciosos sobre portadores de óxido de metal activados que se aplican típicamente sobre sustratos de cadena principal monolíticos como: cordierita, carburo de silicio, mullita o Fecralloy. Este catalizador también puede ser una mezcla de óxidos de metal básicos con o sin metales preciosos que se aplican típicamente sobre sustratos de cadena principal monolíticos como: cordierita, carburo de silicio, mullita o Fecralloy. No contiene típicamente platino. Comprende paladio sobre óxido de aluminio activado con óxido de lantano u óxido de paladio sobre óxido de titanio activado con silicio o paladio sobre óxido de cerio activado con óxido de circonio o mezcla de óxidos de cobre y manganeso o paladio sobre una mezcla de óxidos de cobre y manganeso.

5 El sistema (9) es ventajoso para aplicaciones tanto de camiones como de coches de pasajeros. Una tercera realización preferida se muestra en la Fig. 4. En la presente memoria el gas 1 de escape del motor se hace pasar por reducción 7 catalítica selectiva, oxidación 10 catalítica y finalmente por el filtro 4. El agente reductor 5 se añade al gas 1 de escape y se puede añadir hidrocarburo 11 entre la reducción 7 catalítica selectiva y oxidación 10 catalítica.

15 La ventaja con este sistema de escape es que la temperatura a la entrada máxima para el catalizador RCS puede ser la misma que la temperatura de salida del motor, que es aproximadamente 550°C. Este sistema facilitará que se pueda seleccionar un catalizador RCS a base de vanadio clásico (V-RCS). Por el uso de V-RCS el procedimiento será:



20 Los catalizadores RCS de zeolita a base de cobre, Cu-zRCS, se pueden usar como el catalizador RCS seleccionado ya que es menos dependiente de la relación NO₂/NO, pero requiere un tipo de Cu-zRCS, que tolere la emisión de HC del motor.

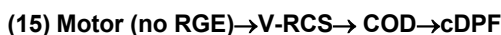
El sistema con inyección de NH₃ en vez de urea para reacciones RCS y con regeneración activa simultánea será como:



En el sistema (13) la distancia del colector del motor al catalizador V-RCS se puede reducir por un factor 10, de 50 cm a 5 cm. Así en motor de puesta en marcha en frío no se usa calor para calentar longitudes de tubo superfluas sino para iniciar las reacciones químicas. El sistema (13) durante la regeneración pasiva controlada, donde se detiene la inyección de NH₃, será temporalmente:



y equivalente sin RGE



El sistema (12) tiene especial interés para aplicaciones de camiones.

Ejemplo 1.

35 Los experimentos en banco de ensayo de motores en un motor Scania de 12 litros con un sistema RCS+COD+cDPF proporcionan caída de presión de carga de negro de humo sin variaciones después de 7 ciclos de ensayo armonizados a nivel mundial con dosificación intermitente de urea y alto contenido en NO₂ temporalmente. La medición de la caída de presión por cDPF durante el 1º y 7º ciclos de ensayo armonizados a nivel mundial (WHTC, por sus siglas en inglés) repetidos, medido en un día en que se controló el sistema con dosis tanto baja como alta de urea.

40 En la Fig. 5 las dos curvas son idénticas, por consiguiente están escritas en la parte de arriba entre sí. Esto significa que no se observa aumento de caída de presión de carga de negro de humo adicional. Este resultado se comparará con el ejemplo de referencia a continuación.

45 En este ejemplo de referencia la dosis de urea es continua y alta para alta reacción RCS. Esto proporciona poco NO₂ y NO_x (aproximadamente 1-2 g de NO_x/kWh) a la salida del catalizador RCS - a la entrada de cDPF. En la Fig. 6, se observa por el contrario a la Fig. 5 anterior que la caída de presión aumenta de primer WHTC a 7 ciclo. Esto significa que se acumula negro de humo en el filtro.

REIVINDICACIONES

1. Un método para purificación de gas de escape de un motor diesel en un sistema que comprende:
un dispositivo (7) para reducción catalítica selectiva;
- 5 un filtro (4) de material en forma de partículas diesel preferiblemente al menos parcialmente cubierto por una capa catalítica instalada aguas abajo del dispositivo (7) para reducción catalítica selectiva;
- un dispositivo (2) para oxidación catalítica instalada aguas arriba del dispositivo (7) para reducción catalítica selectiva y/o entre el dispositivo (7) para reducción catalítica selectiva y el filtro (4) de material en forma de partículas diesel;
- 10 un dispositivo para inyección de una cantidad controlada de agente reductor (5) inyectada a la entrada del dispositivo (7) para reducción catalítica selectiva y
- un dispositivo para inyección de una cantidad controlada de hidrocarburo (9) inyectada a la entrada del dispositivo para oxidación catalítica; en el que el filtro de material en forma de partículas diesel se regenera de manera pasiva por cierre para la inyección de agente reductor y el filtro de material en forma de partículas diesel se regenera de manera activa por apertura para la inyección del hidrocarburo a la entrada de al menos un dispositivo para oxidación catalítica y opcionalmente cerrando para la inyección del agente reductor.
- 15
2. Un método según la reivindicación 1, en el que el filtro se regenera de manera pasiva por NO₂ a una temperatura hasta 500°C.
3. Un método según la reivindicación 1, en el que el filtro se regenera de manera activa a una temperatura de 500°C a 700°C.
- 20
4. Un método según la reivindicación 1, en el que el agente reductor es: amoníaco, urea, disolución acuosa de urea, ácido cianúrico, ammeline, ammeline, cianato de amonio, biuret, carbamato de amonio, carbonato de amonio, formiato de amonio, melamina o tricianourea.
5. Un método según la reivindicación 4, en el que el agente reductor es amoníaco, disolución acuosa de amoníaco, urea, una disolución acuosa de urea o ácido cianúrico.
- 25
6. Un método según la reivindicación 1, en el que el hidrocarburo es combustible, preferiblemente el mismo combustible que para el motor diesel.
7. Un método según la reivindicación 1, en el que la reducción catalítica selectiva tiene lugar en presencia de un catalizador a base de vanadio o un catalizador a base de zeolita o un catalizador de óxido mixto de metal básico con funciones ácido.
- 30
8. Un método según la reivindicación 7, en el que el catalizador a base de vanadio es óxido de vanadio sobre óxido de titanio con posible adición de óxidos de tungsteno o molibdeno, el catalizador a base de zeolita es zeolita beta modificada con cobre y/o hierro, ZSM-5 o chabasita y el catalizador de óxido mixto de metal básico con funciones ácido comprende mezclas de óxido de cerio-circonio ácidas y mezclas de óxido de circonio-titanio.
- 35
9. Un método según la reivindicación 7, en el que el catalizador a base de vanadio se usa a temperaturas de 150°C a 550°C y el catalizador a base de zeolita se usa a temperaturas de 150°C a 800°C.
10. Un método según la reivindicación 1, en el que la capa catalítica en el filtro (4) de material en forma de partículas diesel comprende una mezcla de óxidos de metal básicos opcionalmente junto con metales preciosos preferiblemente paladio y platino.
- 40
11. Un método según la reivindicación 1, en el que el catalizador (2) de oxidación se instala aguas arriba del dispositivo (7) de reducción catalítica selectiva y un segundo catalizador (10) de oxidación se instala entre el dispositivo (7) de reducción catalítica selectiva y el filtro (4) de material en forma de partículas diesel y se inyecta amoníaco a la entrada del primer catalizador (2) de oxidación.
- 45
12. Un método según la reivindicación 11, en el que el dispositivo (2) para oxidación catalítica instalado aguas arriba del dispositivo (7) para reducción catalítica selectiva comprende un catalizador que comprende platino y paladio sobre óxido de aluminio activado con óxido de lantano o platino y paladio sobre óxido de titanio activado con óxido de silicio o platino y paladio sobre óxido de cerio activado con óxido de circonio y el segundo catalizador (10) de oxidación instalado aguas abajo del dispositivo (7) para reducción catalítica selectiva comprende un catalizador que comprende paladio sobre óxido de aluminio activado con óxido de lantano o paladio sobre óxido de titanio activado con óxido de silicio o paladio sobre óxido de cerio activado con óxido de circonio o una mezcla de óxidos de cobre y
- 50
- paladio sobre una mezcla de óxidos de cobre y manganeso.

13. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se mide la caída de presión por el filtro y se usa una señal creada para controlar la adición de agente reductor y adición de hidrocarburo.

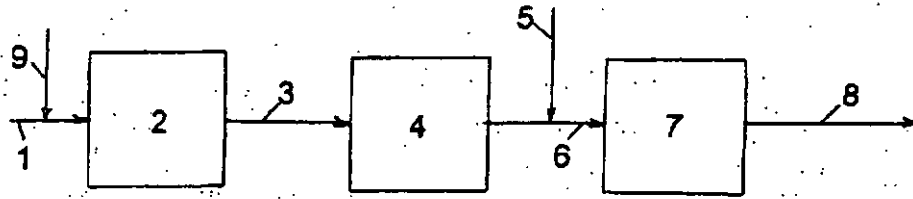


Fig 1

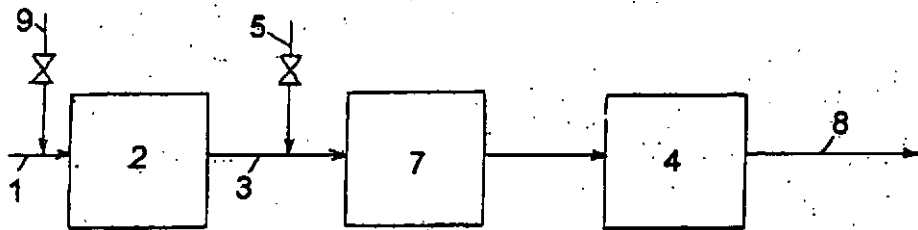


Fig 2

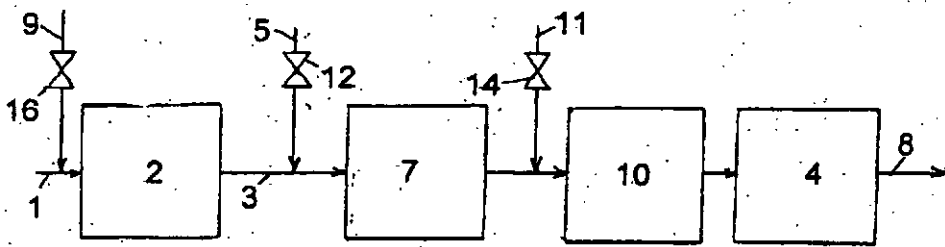


Fig 3

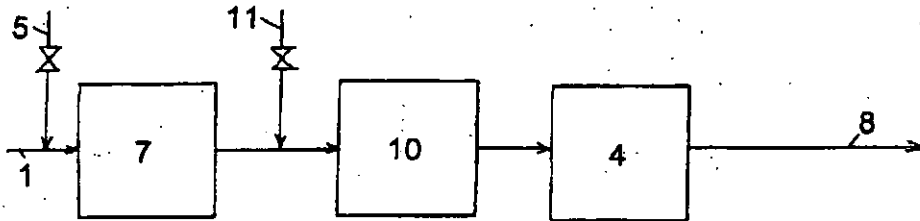


Fig 4

Fig. 5

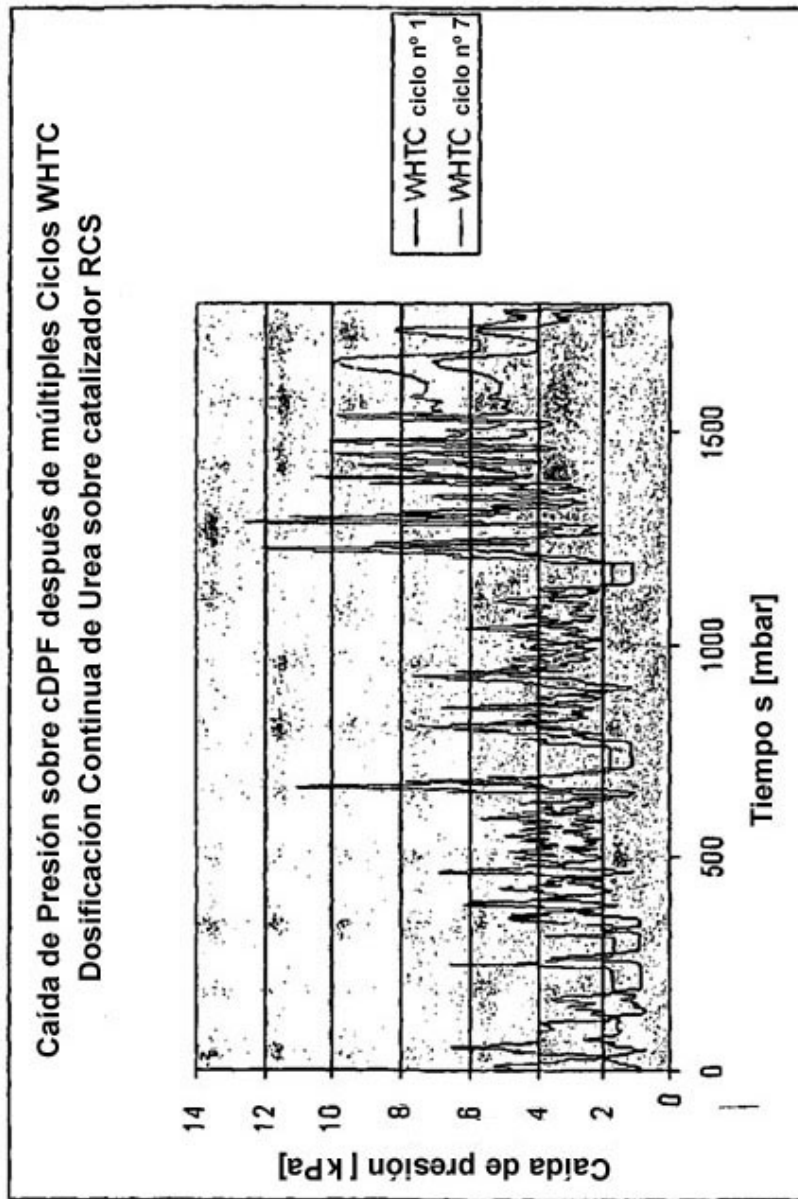


Fig. 6

