

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 425 306**

51 Int. Cl.:

**F01N 9/00** (2006.01)

**F01N 11/00** (2006.01)

**F01N 3/022** (2006.01)

**F01N 3/023** (2006.01)

**F01N 3/027** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.11.2009 E 09759697 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2013 EP 2358983**

54 Título: **Procedimiento para la regeneración de un separador de partículas abierto**

30 Prioridad:

**21.11.2008 DE 102008058418**

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

**14.10.2013**

73 Titular/es:

**EMITEC GESELLSCHAFT FÜR  
EMISSIONSTECHNOLOGIE MBH (100.0%)  
Hauptstrasse 128  
53797 Lohmar, DE**

72 Inventor/es:

**HODGSON, JAN y  
BRÜCK, ROLF**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 425 306 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

Procedimiento para la regeneración de un separador de partículas abierto

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la regeneración de un separador de partículas abierto.

Los separadores de partículas se emplean para la purificación de gases de escape de un motor de combustión interna de un vehículo automóvil, preferiblemente de un motor Diesel. Precisamente en los últimos años ha aumentado considerablemente la importancia de los separadores de partículas para la purificación de los gases de escape de motores de combustión interna Diesel debido a la discusión de contaminaciones de polvo fino. Los primeros separadores de partículas, hoy en día ampliamente difundidos, en el sector del vehículo automóvil eran filtros de partículas cerrados. En el caso de estos filtros, la mayoría de las veces hechos de material cerámico, pero en parte también de metal, el gas de escape a purificar es conducido obligatoriamente a través de un material de filtro en el que se depositan partículas de negro de carbono o de carbono contenidas. Éstas se hacen reaccionar térmicamente en el filtro de partículas mediante temperaturas elevadas del gas de escape, así como, eventualmente, mediante un revestimiento de acción catalítica del material de filtro, reduciendo el revestimiento catalítico las temperaturas del gas de escape necesarias para la reacción. Típicamente, los filtros de partículas están configurados como cuerpos de nido de abeja con canales recíprocamente cerrados. El gas de escape, el cual penetra por un lado a través de un canal en el filtro de partículas, debe atravesar, por lo tanto, una pared del canal con el fin de salir de nuevo del filtro de partículas por el otro lado.

Un problema de los filtros de partículas cerrados es que éstos se obstruyen en el caso de una conversión insuficiente de las partículas de negro de carbono o bien de carbono retenidas en los mismos. Esto se manifiesta en particular en temperaturas bajas del gas de escape. Precisamente, las temperaturas de los gases de escape de motores Diesel típicos son a menudo tan bajas que tampoco mediante un revestimiento catalítico adecuado del filtro de partículas puede conseguirse reacción alguna de las partículas de carbono. En el caso de filtros de partículas obstruidos, regenerados, se establece una caída de presión a través del filtro de partículas la cual afecta negativamente al comportamiento del motor de combustión interna y, por consiguiente, es indeseada. Por este motivo, los filtros de partículas deben ser regenerados. Esto sucede la mayoría de las veces mediante el aumento de la temperatura del gas de escape. Para ello se conocen diferentes procedimientos. Mediante una modificación de la mezcla de combustible y aire aportada al motor de combustión interna y/o de ajustes especiales de los momentos de inyección o de encendido del motor de combustión interna puede variarse la temperatura del gas de escape. De manera alternativa o acumulativa, la temperatura del gas de escape puede aumentarse también en el propio sistema del gas de escape, p. ej. mediante inyección de combustible u oxígeno en la tubería del gas de escape y/o mediante calentamiento eléctrico del gas de escape.

Como alternativa a filtros de partículas cerrados se han desarrollado en los últimos años separadores de partículas abiertos. Estos son permeables, es decir, a través del separador de partículas existen vías de flujo abiertas que pueden ser atravesadas también por partículas. La permeabilidad de separadores de partículas abiertos se describe, en general, con ayuda del diámetro de las partículas, preferiblemente esferas, que pueden deslizarse a través de éstos. En el documento EP 1 440 226 B1, un filtro de partículas se considera particularmente abierto cuando a través del mismo pueden deslizarse esferas con un diámetro mayor que 0,1 mm, preferiblemente mayor que 0,2 mm y, en particular, mayor que 0,3 mm.

En los canales de los separadores de partículas abiertos están previstos eventualmente también diferentes elementos de desviación para el flujo, los cuales desvían a éste a superficies del filtro integradas. A menudo, alternativamente, capas del filtro lisas, por ejemplo a base de hilos finísimos metálicos y láminas de metal onduladas con superficies de desviación en calidad de estructura secundaria están enrolladas, retorcidas o apiladas para formar un cuerpo de nido de abeja. Regularmente se generan de esta forma corrientes turbulentas en el separador de partículas que favorecen el impacto y/o la difusión de las partículas en el separador de partículas.

Separadores de partículas abiertos tienen la ventaja de que también en el caso de una carga completa con partículas sigue siendo posible un paso de los gases de escape a través del separador de partículas. Por consiguiente, el separador de partículas no puede obstruirse. La regeneración de separadores de partículas abiertos tiene lugar, a menudo, con ayuda de un revestimiento catalítico y de dióxidos de nitrógeno que son generados por un catalizador de oxidación previsto en la dirección de flujo en la tubería del gas de escape delante del separador de partículas. Se habla de procedimientos CRT (Siglas de *Continuous Regeneration Trap* - Trampa

*de regeneración continua).*

5 No obstante, se ha comprobado que también separadores de partículas abiertos de este tipo, en particular en el caso de una baja temperatura del gas de escape, experimentan con el tiempo una carga con partículas de carbono o bien de negro de carbono, que eventualmente perjudican de manera indeseada a las funciones.

10 A partir del documento DE 103 01 035 A1 se conoce que un filtro de partículas puede ser regenerado en función de una señal de contrapresión del gas de escape medida. Sin embargo, en el caso de un separador de partículas abierto, el estado de carga del negro de carbono no puede ser determinado inequívocamente mediante la medición de la contrapresión del gas de escape.

15 El documento DE 37 29 857 C1 da a conocer que un separador de negro de carbono puede ser regenerado en función del tiempo de funcionamiento y de los respectivos estados de funcionamiento, p. ej. de un motor de combustión interna.

20 El documento WO 96/03571 describe un procedimiento para la regeneración de un filtro de partículas, en el que, por una parte, se determina a lo largo de qué espacio de tiempo de funcionamiento no tiene lugar regeneración alguna del filtro de partículas y en donde, por otra parte, se mide la constitución de presión delante del filtro. A partir de estos datos se deduce un instante de regeneración.

25 De manera correspondiente, la invención tiene por misión resolver, al menos en parte, los problemas indicados con relación al estado conocido de la técnica y, en particular, dar a conocer un procedimiento para la regeneración suficiente de filtros de partículas abiertos, el cual pueda llevarse a cabo de manera particularmente sencilla. Además de ello, se ha de proponer un dispositivo para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención.

30 Estos problemas se resuelven con un procedimiento conforme a las características de la reivindicación 1. Otras ejecuciones ventajosas del procedimiento se indican en las reivindicaciones formuladas de modo dependiente. Las características recogidas individualmente en las reivindicaciones pueden combinarse entre sí de una manera arbitraria tecnológicamente conveniente, y pueden completarse mediante circunstancias explicativas de la descripción, indicándose otras variantes de realización de la invención.

El procedimiento de acuerdo con la invención para la regeneración de un separador de partículas abierto comprende al menos las siguientes etapas:

- 35 a) determinar al menos un parámetro como magnitud característica para la capacidad de regeneración del separador de partículas abierto;
- b) comparar el al menos un parámetro con un primer valor umbral;
- c) determinar al menos una fracción de un espacio de tiempo comparativo en la que el parámetro ha alcanzado el primer valor umbral;
- 40 d) comparar la fracción con una primera fracción mínima que corresponde a un tiempo de regeneración mínimo en el espacio de tiempo comparativo; y
- e) cuando la fracción no alcanza la primera fracción mínima, introducir medidas para influir sobre el parámetro de modo que éste se encuentre al menos de manera correspondiente a la primera fracción mínima y se ha alcanzado el primer valor umbral, y/o se regenere el separador de partículas abierto.

45 El procedimiento de acuerdo con la invención tiene como fundamento el reconocimiento de que se garantiza una funcionalidad completa del separador de partículas abierto cuando en una determinada fracción del tiempo de funcionamiento se presentan condiciones mínimas determinadas en las que el separador de partículas abierto (denominado también filtro de profundidad de corriente secundaria) se haya regenerado suficientemente. Por ejemplo, la funcionalidad completa de un separador de partículas abierto típico se garantiza cuando en un 40% del tiempo de funcionamiento se presentan temperaturas superiores a 250°C.

50

En la etapa a) se determina por lo tanto primeramente un parámetro que reproduzca la capacidad de regeneración actual del separador de partículas abierto. Este parámetro puede ser, por ejemplo, la temperatura presente en el filtro de partículas.

55

En la etapa b) este parámetro se compara entonces con un primer valor umbral. En el caso de la temperatura se examinaría entonces, por ejemplo, si ésta es mayor o menor que una temperatura comparativa (por ejemplo 250°C).

5 En la etapa c) se controla a continuación el tiempo en el que estaba presente la condición determinada en la etapa b). Esto sucede siempre en un espacio de tiempo comparativo. Este espacio de tiempo comparativo puede ser definido de manera adaptada a las necesidades, posiblemente los últimos 80 minutos del funcionamiento del motor de combustión interna. En tal caso, se comprueba, por ejemplo, que en una fracción del 50% de los últimos 80 minutos de funcionamiento en el separador de partículas estaban presentes temperaturas superiores a 250°C.

10 En la etapa d) se compara entonces la fracción determinada en la etapa c) con una primera fracción mínima de tiempo suficiente para la regeneración, y con ello se comprueba si se daban las condiciones de regeneración necesarias. En el caso de una fracción del 50% en los últimos 80 minutos de funcionamiento y de una fracción mínima requerida de 40%, se comprueba, por ejemplo, que se daba con un tiempo suficiente la capacidad de regeneración requerida y, por ello, no tenían que introducirse medidas adicionales algunas.

15 No obstante, si en la etapa d) se comprobó que no se había alcanzado la primera fracción mínima requerida, entonces en la etapa e) se introducen medidas para influir sobre el parámetro. El objetivo es que se alcance de nuevo la primera fracción mínima requerida en la etapa d). En el caso de la temperatura como parámetro se introducen, por ejemplo, medidas de calentamiento para el separador de partículas abierto.

20 “Parámetro” como magnitud característica para la capacidad de regeneración de un separador de partículas abierto pueden ser, por ejemplo, las temperaturas del gas de escape y/o del separador de partículas abierto, diferencias de presión del gas de escape en el sistema de gas de escape, corrientes en volumen del gas de escape, concentraciones de óxido de nitrógeno (concentración de  $\text{NO}_x$ ) o parámetros combinados ponderados. Lo correspondiente se cumple para valores umbrales en la etapa b). Como fracciones y primeras fracciones mínimas en las etapas c) y d) se elaboran de manera típica fracciones porcentuales del espacio de tiempo comparativo. No obstante, también es posible comparar entre sí tiempos absolutos.

30 En el caso de que la temperatura en el separador de partículas abierto se utilice como parámetro, entran en consideración en el caso de separadores de partículas abiertos conocidos hoy en día, con los revestimientos habituales de acción catalítica así como eventualmente, un catalizador de oxidación previsto aguas arriba en el sistema de gas de escape (procedimiento CRT) como primeros valores umbrales, en particular temperaturas entre 200 y 300°C, de preferencia aproximadamente 250°C. Como fracciones mínimas requeridas a las cuales debe alcanzarse el valor umbral, entran en consideración, en particular, fracciones de tiempo en un espacio de tiempo comparativo de 30 a 50%, de preferencia de aproximadamente 40%.

35 La regeneración suficiente de separadores de partículas abiertos conocidos en el caso de una elección de este tipo de los parámetros, primeros valores umbrales y fracciones se comprobó mediante ensayos dentro del marco de la invención. En el caso de separadores de partículas abiertos futuros deben eventualmente adaptarse estos valores a su necesidad de regeneración y capacidad de regeneración.

40 Espacios de tiempo comparativos típicos pueden ser, p. ej., de 5 minutos hasta de 5 horas. Son imaginables no sólo espacios de tiempo comparativos establecidos en cuanto a su duración. Por ejemplo, también es posible que dentro del marco del procedimiento de acuerdo con la invención se considere todo el tiempo de funcionamiento desde el último arranque del motor de combustión interna conectado. También es posible que directamente después del arranque se considere el tiempo de funcionamiento desde el último arranque como espacio de tiempo comparativo y, a partir de un determinado tiempo de funcionamiento del motor de combustión interna, el espacio de tiempo comparativo se ajuste a una longitud establecida. Después de una regeneración del separador de partículas abierto se puede considerar de nuevo el espacio de tiempo comparativo.

50 Las medidas introducidas en la etapa e) pueden presentar dos objetivos diferentes. El primer objetivo posible es que el parámetro se vea afectado de manera que se cumplan las condiciones exigidas en las etapas b) y d) (valor umbral para la primera fracción mínima). Otro modo de acción es que mediante una influencia breve muy intensa del parámetro se consiga una regeneración inmediata del separador de partículas abierto. También es posible combinar entre sí en caso necesario las dos variantes de la etapas e).

55 A una regeneración breve de este tipo del separador de partículas abierto durante el espacio de tiempo comparativo considerado puede asociarse un intervalo de corrección para la fracción medida en el espacio de tiempo comparativo con el que se corrige ésta entre la etapa c) y la etapa d), con el fin de continuar garantizando un funcionamiento fiable del procedimiento de acuerdo con la invención.

Las etapas a) a e) dadas a conocer dentro del marco del procedimiento se llevan a cabo regularmente de forma repetida, típicamente a modo de un bucle.

5 Adicionalmente, dentro del marco del procedimiento de acuerdo con la invención pueden vigilarse las emisiones brutas de los motores de combustión interna. Con ello se quiere dar a entender, en particular, una vigilancia del contenido en sustancias nocivas (carga de partículas, contenido en monóxido de carbono y/o concentración de NO<sub>x</sub>) de los gases de escape directamente en la salida del motor de combustión interna. Por ejemplo, si allí se comprobara que la cantidad de partículas en el gas de escape fuera allí ya aceptable, puede eventualmente interrumpirse temporalmente la influencia del parámetro en la etapa e). Asimismo, puede eventualmente llevarse a cabo una regeneración retardada cuando la concentración de NO<sub>2</sub> actual sea relativamente elevada.

10 Particularmente ventajoso es el procedimiento de acuerdo con la invención cuando el parámetro determinado en la etapa a) o la fracción determinada en la etapa c) sea almacenada de modo intermedio. Eventualmente, también pueden almacenarse de modo intermedio los dos valores. Esto puede tener lugar en un circuito integrado y permite una implementación sencilla de la comparación necesaria en la etapa d) del procedimiento.

15 El procedimiento de acuerdo con la invención es particularmente ventajoso también cuando las medidas en la etapa e) afecten al parámetro, al menos bajo la aportación de energía eléctrica, mediante la inyección de hidrocarburos o mediante variación del comportamiento de encendido de un motor de combustión interna. Eventualmente, las medidas pueden también combinarse entre sí de forma arbitraria.

20 En el caso de la temperatura como parámetro, ésta puede aumentarse simplemente mediante las medidas descritas. Por ejemplo, un dispositivo calefactor eléctrico en el propio separador de partículas y/o en forma de un catalizador de caldeo antepuesto puede aumentar simplemente la temperatura. Alternativamente, la inyección de hidrocarburo (combustible) en la tubería del gas de escape o en el motor de combustión interna conectado puede tener lugar a través del sistema de inyección regular aguas arriba del separador de partículas abierto. Mediante la variación del comportamiento de encendido del motor de combustión interna puede conseguirse que los hidrocarburos no calcinados salgan con el gas de escape procedente del motor de combustión interna de la instalación del gas de escape y, con ello, accedan al separador de partículas abierto y sean hechos reaccionar de modo exotérmico en éste o en un catalizador de oxidación antepuesto y, por consiguiente, se forma el calor de la reacción deseado.

25 En general, para influir sobre el parámetro en la etapa e) pueden llevarse a cabo también medidas que reduzcan el grado de eficacia del motor de combustión interna conectado. Por ejemplo, puede tener lugar un estrangulamiento, al menos parcial, de la corriente de gas de escape. También un estrangulamiento del aire aspirado que es aportado al motor de combustión interna se adecúa para influir sobre el parámetro.

30 El procedimiento de acuerdo con la invención comprende, además, que cuando el parámetro en la etapa b) se compare adicionalmente con un segundo valor umbral, se continúa verificando si el primer valor umbral puede alcanzarse con una primera medida para influir sobre el parámetro, y esta primera medida en la etapa e) sólo se introduce en este caso.

35 Antecedentes de ello es que puede ser no rentable introducir medidas para influir sobre el parámetro, si éste no puede alcanzarse mediante dichas medidas el primer valor umbral a alcanzar. Un dispositivo calefactor eléctrico está en condiciones, por ejemplo, de aumentar en aprox. 10°C la temperatura del gas de escape de un motor de combustión interna. Si la temperatura actual en el separador de partículas abierto se encontrara más de 10°C por debajo de la temperatura necesaria para la regeneración, no tendría éxito el calentamiento con ayuda del dispositivo calefactor eléctrico descrito. Por este motivo, mediante la comparación con un segundo valor umbral se examina la posibilidad de una medida de alcanzar el objetivo deseado, y la medida sólo se introduce en la etapa e) cuando esto se confirma.

40 El segundo valor umbral introducido en la etapa b) puede corresponder a un valor establecido. En el caso de un primer valor umbral de 250°C y una capacidad de un dispositivo calefactor eléctrico de aumentar en 10°C la temperatura del gas de escape, este segundo valor umbral se encontraría en 240°C. Sin embargo, también es posible definir dinámicamente el segundo valor umbral. En función de la corriente másica del gas de escape, la capacidad para el aumento de la temperatura de un dispositivo calefactor puede ser distinta. De manera correspondiente, el segundo valor umbral puede elegirse, por ejemplo, en función de la corriente másica del gas de

escape por parte del separador de partículas.

En otra variante del procedimiento de acuerdo con la invención, la comparación con el segundo valor umbral puede tener lugar también con un parámetro adicional, con el fin de establecer así si es conveniente una introducción de medidas en la etapa e). Por ejemplo, se puede vigilar la concentración de NO<sub>x</sub> del gas de escape. Si se comprueba entonces que la concentración de NO<sub>x</sub> del gas de escape no es suficiente para la regeneración del filtro de partículas abierto, no han de introducirse en la etapa e) medidas que consuman energía para influir sobre el parámetro.

También es ventajoso que en la etapa e) se introduzca una segunda medida para influir sobre el parámetro cuando en la etapa b) se comprobó que el primer valor umbral no puede alcanzarse con la primera medida para influir sobre el parámetro.

Por ejemplo, cuando se comprobó que un dispositivo calefactor eléctrico no está en condiciones de alcanzar la temperatura deseada en el separador de partículas abierto, puede introducirse otra y/o una medida adicional para aumentar la temperatura del gas de escape. En este caso, se ofrecen, en particular, medidas que comprenden la inyección de hidrocarburos, ya que a través de éstos se pueden alcanzar típicamente grandes aumentos de temperatura en el gas de escape.

También es ventajoso que en la etapa d) se lleve a cabo adicionalmente una comparación con una segunda fracción mínima y se determine que la primera fracción mínima no podría alcanzarse pronto y, en este caso, en la etapa e) ya se introducen medidas para influir sobre el parámetro antes de que no se alcanzara la primera fracción mínima.

Si como primera fracción mínima se define, por ejemplo, que el primer valor umbral debe alcanzarse en al menos un 40%, con ayuda de una segunda fracción mínima, por ejemplo, de 45%, puede verificarse si la primera fracción mínima requerida de, por ejemplo, 40% pudiera pronto eventualmente rebasarse por debajo, por ejemplo teniendo en cuenta la carga actual del motor de combustión interna. Se ofrece, en este caso en la etapa e), ya al rebasar por debajo la segunda fracción mínima, introducir medidas para influir sobre el parámetro con el fin de evitar que en todo caso se rebase por debajo la primera fracción mínima. También de este modo pueden aprovecharse posibilidades particularmente eficaces para influir sobre el parámetro, p. ej. la temperatura en un separador de partículas abierto puede aumentarse de forma preventiva siempre que sólo se encuentre ligeramente por debajo de la temperatura umbral requerida.

Además de ello, en el marco de la invención se indica un vehículo automóvil que, comprende al menos un motor de combustión interna, al menos una instalación de gases de escape, al menos un separador de partículas abierto, así como al menos un sensor para determinar un parámetro, al menos un medio de regeneración para influir sobre el parámetro y al menos un control para elaborar los datos determinados por el sensor y para regular el al menos un medio de regeneración, estando previsto el control para llevar a cabo el procedimiento descrito.

En el caso del sensor se puede tratar, por ejemplo, de un sensor de temperatura, un sensor de presión o de una sonda lambda. El medio de regeneración para influir sobre el parámetro puede ser un dispositivo calefactor eléctrico, pero también un dispositivo de inyección para hidrocarburos en una instalación de gases de escape. El control está realizado típicamente como circuito integrado.

Así, por lo tanto en este caso se proponen, en particular, un dispositivo y un procedimiento para la regeneración de un separador de partículas abierto, cumpliéndose al menos lo siguiente:

- a) determinación de al menos un parámetro (p. ej. *temperatura y/o proporción de dióxido de nitrógeno en el gas de escape, etc.*) como magnitud característica para la capacidad de regeneración (*capacidad de conversión de partículas bajo condiciones del entorno actuales*) del separador de partículas abierto;
- b) comparación del al menos un parámetro con un primer valor umbral (p. ej. *una temperatura límite y/o una proporción de óxido de nitrógeno en el gas de escape, etc.*);
- c) determinación de al menos una fracción de un espacio de tiempo comparativo (p. ej. *intervalo de tiempo desde el arranque del motor de combustión interna y/o intervalo de tiempo desde la última regeneración del separador de partículas y/o intervalo de tiempo establecido partiendo del instante actual, etc.*) en el que el parámetro ha alcanzado el primer valor umbral (*en particular ha rebasado por debajo o ha rebasado por encima*);
- d) comparación de la fracción con una primera fracción mínima que corresponde a un tiempo de

regeneración mínimo (p. ej. intervalo de tiempo (coherente) en el que para la regeneración continua se han previsto condiciones del entorno favorables en relación con al menos un parámetro) en el espacio de tiempo comparativo; y

- e) introducción de medidas para influir sobre el parámetro (p. ej. incorporación y/o generación de calor en el gas de escape, la trampa de partículas, etc. y/o modificación de la composición del gas de escape, p. ej. aumentando la proporción de dióxido de nitrógeno) de modo que éste se encuentre al menos de manera correspondiente a la primera fracción mínima y se alcance el primer valor umbral (es decir, en particular aumento de la fracción en el espacio de tiempo comparativo) y/o se regenere el separador de partículas abierto (p. ej. al alcanzar la caída de presión por encima del separador de partículas un valor mínimo predeterminado).

La invención, así como el entorno técnico, se explican seguidamente con mayor detalle con ayuda de las figuras. Se ha de señalar que las figuras ilustran variantes de realización de la invención particularmente preferidas a las cuales ésta no está sin embargo limitada. En los dibujos muestran esquemáticamente:

Fig. 1: un diagrama de una temperatura registrada a lo largo del tiempo en un separador de partículas abierto,

Fig. 2: un vehículo automóvil con una instalación de gases de escape adecuada para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención, y

Fig. 3: la estructura de un separador de partículas abierto.

En el diagrama representado en la Fig. 1, el eje del diagrama vertical indica la temperatura en un separador de partículas 1 abierto. El eje del diagrama horizontal representa el tiempo. Un primer valor umbral 4 y un segundo valor umbral 8 están dibujados en el diagrama como líneas discontinuas. El primer valor umbral 4 y el segundo valor umbral 8 indican en cada caso temperaturas límite de las que se saca un protocolo en el caso de rebasarlas por encima o por debajo. El transcurso de un parámetro 7 a lo largo del tiempo está registrado en el diagrama. En un espacio de tiempo comparativo 2 se marca entonces en qué fracción 3 el parámetro 7 alcanza el primer valor umbral 4. Una evaluación de un diagrama de este tipo se lleva a cabo en el procedimiento de acuerdo con la invención en las etapas a) a d), con el fin de deducir de ella si se introducen medidas para influir sobre el parámetro 7.

La Fig. 2 muestra un vehículo automóvil 12 con un motor de combustión interna 10 y una instalación de gases de escape 11 que está prevista para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención. Para ello, la instalación de gases de escape 11 presenta un separador de partículas 1 abierto, así como un medio de regeneración 6 para influir sobre el parámetro 7, un sensor 9 y un control 5. El sensor 9 está en este caso configurado de modo que mide el parámetro en el separador de partículas 1 abierto. Alternativamente, también es posible medir el parámetro 7 delante o detrás del separador de partículas 1 abierto, o bien calcularlo a partir de otras magnitudes características diferentes medidas. El medio de regeneración 6 está representado en este caso en la dirección de flujo del gas de escape delante del separador de partículas 1 abierto.

La Fig. 3 ilustra la estructura de un separador de partículas 1 abierto que puede ser regenerado con ayuda del procedimiento de acuerdo con la invención. Un separador de partículas 1 abierto de este tipo se compone típicamente de láminas de metal 14 onduladas y de capas de filtro 13. Las láminas de metal 14 onduladas y las capas de filtro 13 están enrolladas o apiladas para formar un cuerpo de nido de abeja con canales que pueden ser atravesados por el gas de escape. Las láminas de metal 14 onduladas presentan típicamente elementos de desviación 15 que son adecuados para desviar el flujo del gas de escape 16, al menos en parte, contra las capas de filtro 13, sin con ello cerrar por completo los canales que pueden ser atravesados. En este caso, también pueden formarse turbulencias en la corriente de gas de escape 16. Las partículas contenidas impactan en las capas de filtro 13. Allí son hechas reaccionar térmicamente, en parte con ayuda de un revestimiento de acción catalítica del separador de partículas 1 abierto y/o empleando dióxido de nitrógeno que es generado en un catalizador de oxidación antepuesto. Descripciones más detalladas de separadores de partículas abiertos se encuentran, por ejemplo, en el documento DE 201 17 873 U1 o el documento WO 2004/050219 A1 a los que se puede recurrir en este caso de forma complementaria (individualmente o en conjunto) para la precisión y explicación. Separadores de partículas abiertos de este tipo se denominan ocasionalmente también "filtros de corriente secundaria".

El procedimiento de acuerdo con la invención para la regeneración de separadores de partículas abiertos se puede

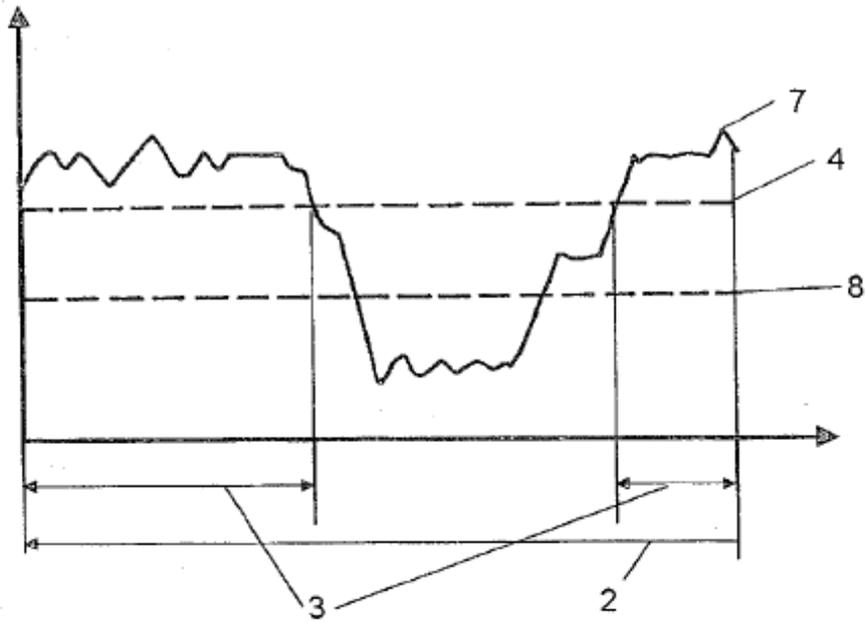
llevar a cabo de manera particularmente sencilla y fiable y posibilita una combinación de una elevada fiabilidad de purificación del gas de escape y condiciones de funcionamiento unitarias para el motor de combustión interna, ya que, por una parte, se garantiza un separador de partículas funcional y activo y, por otra parte, no es posible una obstrucción del separador de partículas.

Lista de símbolos de referencia

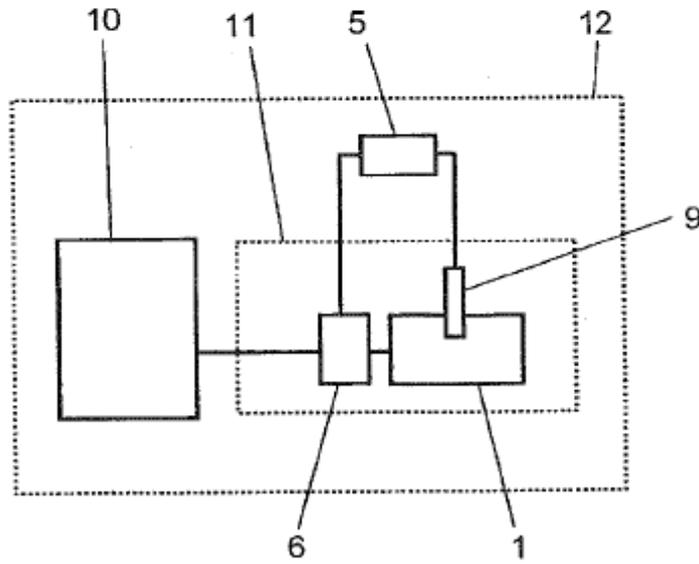
	1	separador de partículas abierto
	2	espacio de tiempo comparativo
5	3	fracción
	4	primer valor umbral
	5	control
	6	medio de regeneración
	7	parámetro
10	8	segundo valor umbral
	9	sensor
	10	motor de combustión interna
	11	instalación de gases de escape
	12	vehículo automóvil
15	13	capa de filtro
	14	láminas de metal onduladas
	15	elementos de desviación
	16	flujo de gas de escape

**REIVINDICACIONES**

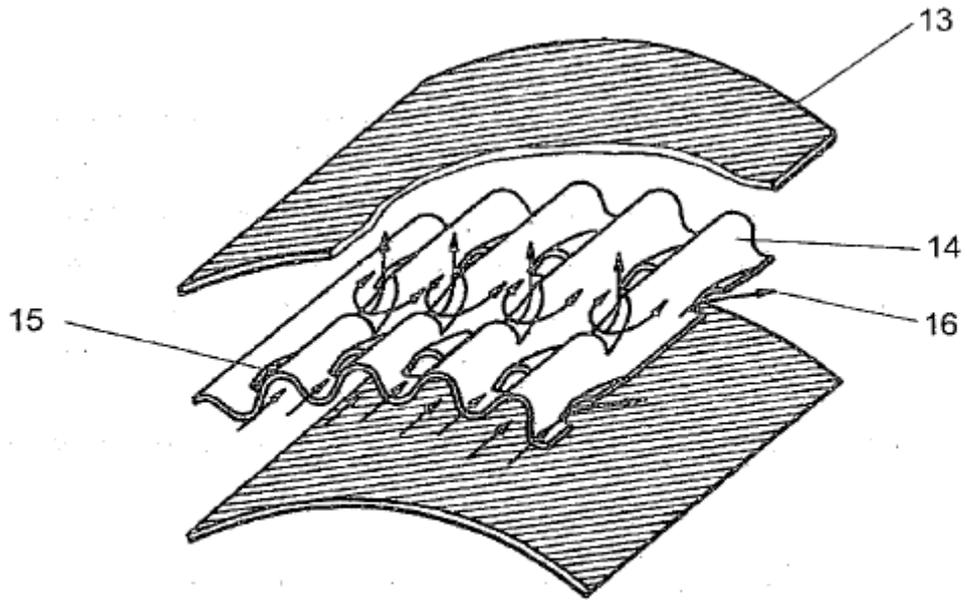
- 1.- Procedimiento para la regeneración de un separador de partículas (1) abierto, que comprende al menos las siguientes etapas:
- 5 a) determinación de al menos un parámetro (7) como magnitud característica para la capacidad de regeneración del separador de partículas (1) abierto;
- b) comparación del al menos un parámetro (7) con un primer valor umbral (4);
- c) determinación de al menos una fracción (3) de un espacio de tiempo comparativo (2) en el que el parámetro (7) ha alcanzado el primer valor umbral (4);
- 10 d) comparación de la fracción (3) con una primera fracción mínima que corresponde a un tiempo de regeneración mínimo en el espacio de tiempo comparativo (2); y
- e) cuando la fracción (3) no alcanza la primera fracción mínima, introducción de medidas para influir sobre el parámetro (7), de modo que éste se encuentre al menos de manera correspondiente a la primera fracción mínima y se alcance el primer valor umbral (4) y/o se regenere el separador de partículas (1) abierto;
- 15 en el que en la etapa b) el parámetro se compara con un segundo valor umbral (8) y, mediante esta comparación, se verifica si se puede alcanzar el primer valor umbral (4) con una primera medida para influir sobre el parámetro (7) y ésta se introduce, sólo en este caso, en la etapa e).
- 20 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el parámetro (7) determinado en la etapa a) y/o la fracción (3) determinada en la etapa c) se guarda temporalmente.
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que las medidas en la etapa e) influyen sobre el parámetro (7), al menos bajo la aportación de energía eléctrica, mediante la inyección de hidrocarburos o mediante variación del comportamiento de encendido de un motor de combustión interna (10).
- 25 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que en la etapa e) se introduce una segunda medida para influir sobre el parámetro (7) cuando en la etapa b) se comprobó que el primer valor umbral (4) no puede alcanzarse con la primera medida para influir sobre el parámetro (7).
- 30 5.- Procedimiento según la reivindicación 4, en el que en la etapa d) se lleva a cabo adicionalmente una comparación con una segunda fracción mínima y, con ello, se determina que la primera fracción mínima ya no podría alcanzarse pronto, y en este caso se introducen en la etapa e) ya medidas para influir sobre el parámetro (7) antes de que no se alcanzara la primera fracción mínima.
- 35 6.- Vehículo automóvil (12) que comprende al menos un motor de combustión interna (10), al menos una instalación de gases de escape (11), al menos un separador de partículas (1) abierto, así como al menos un sensor (9) para determinar un parámetro (7), al menos un medio de regeneración (6) para influir sobre el parámetro (7) y al menos un control (5) para elaborar los datos determinados por el sensor (9) y para la regulación del al menos un medio de regeneración (6), estando previsto el control (5) para llevar a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes.
- 40



**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**