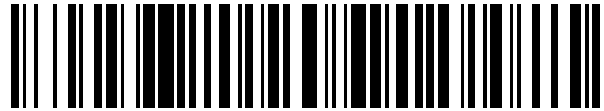


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 871**

51 Int. Cl.:

F01N 3/20

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2012 E 12709286 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2015 EP 2691617**

54 Título: **Procedimiento para la reducción de óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre en el gas de escape procedente de un motor de combustión interna**

30 Prioridad:

28.03.2011 DK 201100223

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

16.09.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**THØGERSEN, JOAKIM REIMER y
TROLLE, HENRIK**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 545 871 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 reducción de óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre en el gas de escape procedente de un motor de combustión interna

5 La presente invención se refiere a un método para la reducción de óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que están presentes en un gas de escape procedente de motores de combustión interna por medio de un agente reductor tal como amoníaco y urea. En particular, la invención se centra en la eliminación de tales compuestos de los gases de escape de motores que funcionan con combustible que tiene un contenido elevado de azufre.

10 La emisión de óxidos de nitrógeno por gases de escape en aplicaciones estacionarias y de automoción ha sido desde hace tiempo un problema medioambiental importante. Los efectos dañinos de los óxidos de nitrógeno (NO_x) y de óxidos de azufre (SO_x) son bien conocidos.

En la industria energética y automovilística, particularmente en gases de escape procedentes de motores de mezcla pobre, la reducción de NO_x a nitrógeno (N₂) se lleva a cabo habitualmente usando amoníaco o urea como agentes reductores sobre un catalizador adecuado en la denominada reducción catalítica selectiva (SCR).

15 La SCR y los catalizadores para uso en este procedimiento de reducción pertenecen al estado de la técnica y no necesitan ninguna descripción adicional.

20 En el pasado se prestó menos atención a la eliminación de óxidos de azufre del gas de escape de los motores debido evidentemente a que el contenido de azufre en el gas de escape está por debajo de los requisitos existentes actualmente. La mayoría de los motores de combustión interna en la industria automovilística se alimentan con combustible desazufrado, y el contenido de azufre en el gas de escape está por debajo de los requisitos existentes actualmente, o se aceptan emisiones elevadas que corresponden al nivel de azufre nativo en el fueloil.

A este fin, todavía funcionan grandes motores de combustión para uso estacionario y se usan a bordo de embarcaciones con combustibles con un contenido elevado de azufre.

Como un ejemplo, no hay ninguna solución técnica operacional a SCR DeNO_x en combinación con motores de combustión interna alimentados con fueloil pesado (HFO) con un contenido de azufre mayor que 1%.

25 Esos motores están equipados habitualmente con un turbocompresor para mejorar la eficiencia de los motores.

La limpieza del gas de escape de motores de combustión con turbocompresor es problemática por las siguientes razones.

30 El amoníaco, que es el agente de reducción habitual empleado en la SCR de NO_x, reacciona con óxido de azufre que también está presente en el gas de escape, especialmente en el gas de escape procedente de motores alimentados con HFO. Los productos de reacción son sulfato de amonio o bisulfato de amonio, que se condensan en el catalizador de la SCR e inhiben el catalizador al entrar en contacto con el amoníaco, si la temperatura del gas de escape está por debajo de cierto límite, tal como se muestra en el documento US 4141959.

La temperatura del gas de escape está típicamente entre 330 y 500°C inmediatamente después de la expulsión desde el motor. Esta temperatura está muy por encima de la temperatura de condensación de los sulfatos.

35 Sin embargo, la temperatura relativamente elevada significa que algo del SO₂ en el gas de escape se oxida a SO₃ a lo largo del catalizador de la SCR. El SO₃ formado, junto con el SO₃ que ya está presente en el escape de salida del motor, conduce a la formación de una neblina ácida si no es capturado en el tren del equipo de tratamiento del escape.

40 Tras pasar a través de la turbina del turbocompresor, la temperatura del gas de escape disminuye por debajo de la temperatura de condensación, con los problemas mencionados anteriormente.

De este modo, el objeto general de esta invención es proporcionar un método para la reducción combinada de NO_x y SO_x procedentes de motores de combustión interna con turbocompresor, sin los problemas explicados anteriormente.

45 La característica esencial de la invención es la sobredosificación de la cantidad de amoníaco en el gas de escape con respecto a la cantidad consumida en la SCR, a fin de capturar SO₃ como sulfato de amonio o bisulfato de amonio en el tren del equipo aguas abajo o para dosificar amoníaco para crear una baja emisión desde la SCR de manera que SO₃ se pueda capturar como H₂SO₄ en un lavador húmedo.

50 En consecuencia, esta invención es un método para reducir cantidades de óxidos de nitrógeno y de azufre en gas de escape procedente de un motor de combustión interna de mezcla pobre, que comprende hacer pasar el gas de escape junto con una cantidad ajustada de amoníaco a través de un sistema catalítico que comprende uno o más catalizadores que son activos en la reacción de óxidos de nitrógeno a nitrógeno, el amoníaco se introduce en el gas

de escape como tal o se forma tras la introducción en el gas de escape antes de hacer pasar el gas de escape a través del sistema catalítico;

hacer pasar el gas de escape así tratado a través de una turbina en un turbocompresor; y

5 eliminar trióxido de azufre y/o compuestos azufrados de amoníaco que estén presentes en el gas de escape procedente del turbocompresor en una etapa de tratamiento del gas de escape aguas abajo, en el que el gas de escape se hace pasar a través del sistema catalítico a una temperatura por encima de la temperatura de condensación de compuestos azufrados de amonio formados mediante reacción con amoníaco en el gas de escape, y en el que la cantidad de amoníaco en el gas de escape se ajusta para dar como resultado una cantidad menor que 2 ppm en volumen o más de 10 ppm en volumen tras el paso a través del sistema catalítico.

10 En aplicaciones específicas, la cantidad de amoníaco se puede mantener menor que 0,5 ppm en volumen tras el paso a través del sistema catalítico.

15 Al proporcionar amoníaco en exceso con respecto a la cantidad de NO_x, que crea una emisión de amoníaco, el SO₃ formado se puede capturar como bisulfato de amonio (ABS) o sulfato de amonio (AS). ABS y AS son compuestos solubles en agua, y se pueden eliminar fácilmente lavando con agua en un lavador. ABS y AS también se pueden eliminar mediante el uso de un equipo deshollinador.

20 El lavador se optimiza para la captura de SO₃. En este modo de operación alternativo, la emisión de amoníaco se mantiene en un mínimo a fin de minimizar el ensuciamiento en el equipo aguas abajo. Cuando la emisión de amoníaco procedente de la SCR se mantiene por encima de 10 ppm en volumen, el bisulfato de amonio y el sulfato de amonio condensan en una caldera de calor de desecho, ya sea en las superficies de transferencia de calor o como partículas sólidas en la fase gaseosa. Los depósitos formados sobre las superficies en el equipo aguas abajo se pueden eliminar limpiando con agua y/o durante el deshollinado, mientras que las partículas se eliminan en un lavador de SO_x aguas abajo.

25 Como alternativa, la emisión de amoníaco se mantiene baja (< 2 ppm), lo que significa que se minimiza el ensuciamiento del equipo aguas abajo por ABS y AS. El SO₃ se puede eliminar entonces en un lavador de SO_x, que está optimizado para la eliminación de SO₃.

El amoníaco para uso en el método de la invención se puede suministrar en forma de amoníaco gaseoso o por medio de una disolución de urea, que se descompone en amoníaco tras la inyección en el gas de escape.

El método según la invención es en particular relevante en relación con motores de dos tiempos. Esos motores se usan habitualmente a bordo de embarcaciones, y son alimentados con fueloil pesado que contiene azufre.

30 **Ejemplo**

Un motor de dos tiempos en una embarcación emite 1500 ppm (volumen) de NO_x, 750 ppm (volumen) de SO₂ y 15 ppm (volumen) de SO₃ en el conducto de escape del motor. La temperatura del gas de escape del motor en la entrada a una unidad de SCR está entre 330 y 500°C a una presión de entre 2 y 4 bares manométricos. A lo largo de la SCR a presión, aguas arriba de un turbocompresor, el nivel de NO_x se reduce por debajo de 300 ppm, mientras que se forman 30 ppm adicionales de SO₃. La emisión de amoníaco después de la unidad de SCR se ajusta por encima de 20 ppm, lo que da como resultado la formación y condensación de bisulfato de amonio y de sulfato de amonio en una caldera de calor de desecho aguas abajo del turbocompresor, ya sea en las superficies de transferencia de calor o como partículas sólidas en la fase gaseosa. Los depósitos formados en las superficies se pueden eliminar limpiando periódicamente la caldera con agua, mientras que las partículas se eliminan en un lavador de SO_x aguas abajo. Como alternativa, la emisión de amoníaco se mantiene muy baja (< 2 ppm), lo que significa que se minimiza el ensuciamiento de la caldera de calor de desecho por ABS y AS. El SO₃ se elimina entonces en el lavador de SO_x, que se optimiza para la eliminación de SO₃.

REIVINDICACIONES

1. Método para reducir cantidades de óxidos de nitrógeno y de azufre en gas de escape procedente de un motor de combustión interna de mezcla pobre, que comprende hacer pasar el gas de escape junto con una cantidad ajustada de amoníaco a través de un sistema catalítico que comprende uno o más catalizadores que son activos en la reacción de óxidos de nitrógeno a nitrógeno, el amoníaco se introduce en el gas de escape como tal o se forma tras la introducción en el gas de escape antes de hacer pasar el gas de escape a través del sistema catalítico;
- 5
- hacer pasar el gas de escape así tratado a través de una turbina en un turbocompresor; y
- eliminar trióxido de azufre y/o compuestos azufrados de amoníaco que estén presentes en el gas de escape procedente del turbocompresor en una etapa de tratamiento del gas de escape aguas abajo, en el que el gas de escape se hace pasar a través del sistema catalítico a una temperatura por encima de la temperatura de condensación de compuestos azufrados de amonio formados mediante reacción con amoníaco en el gas de escape, y en el que la cantidad de amoníaco en el gas de escape se ajusta para dar como resultado una cantidad menor que 2 ppm en volumen o más de 10 ppm en volumen tras el paso a través del sistema catalítico.
- 10
2. Método según la reivindicación 1, en el que la cantidad de amoníaco en el gas de escape se ajusta para dar como resultado una cantidad menor que 0,5 ppm en volumen tras el paso a través del sistema catalítico.
- 15
3. Método según la reivindicación 1 o 2, en el que el motor de combustión interna es un motor de dos tiempos.
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la etapa de tratamiento del gas de escape aguas abajo comprende lavar o purificar con agua.
5. Método según la reivindicación 4, en el que la etapa de tratamiento del gas de escape se lleva a cabo en una caldera de calor de desecho y/o un lavador húmedo.
- 20
6. Método según la reivindicación 5, en el que la caldera de calor de desecho se lava periódicamente con agua o se limpia deshollinándola.
7. Uso de un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 para reducir óxidos de nitrógeno y de azufre en gas de escape procedente de un motor de combustión interna de mezcla pobre instalado a bordo de una embarcación.
- 25