

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 818 083**

51 Int. Cl.:

F01N 3/20	(2006.01) B01D 53/14	(2006.01)
F01N 3/023	(2006.01) B01D 53/78	(2006.01)
F01N 3/035	(2006.01) F01N 3/10	(2006.01)
F01N 5/04	(2006.01)	
F01N 9/00	(2006.01)	
F01N 3/04	(2006.01)	
F01N 13/00	(2010.01)	
F01N 13/08	(2010.01)	
F01N 3/032	(2006.01)	
B01D 46/00	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.02.2015 PCT/EP2015/053698**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.03.2016 WO16030025**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.02.2015 E 15706224 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 3194737**

54 Título: **Método para limpiar gas residual de proceso o de escape de motor**

30 Prioridad:
25.08.2014 WO PCT/EP2014/067985

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.04.2021

73 Titular/es:
**HALDOR TOPSØE A/S (50.0%)
Haldor Topsøes Allé 1
2800 Kgs. Lyngby, DK y
ECOSPRAY TECHNOLOGIES S.R.L. (50.0%)**

72 Inventor/es:
**JOHANSEN, KELD y
ARCHETTI, MAURIZIO**

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 818 083 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 limpiar gas residual de proceso o de escape de motor

5 La presente invención se refiere a un método para la eliminación de materia particulada en forma de ceniza, hollín, metales pesados, metales y compuestos metálicos y óxidos de nitrógeno (NO_x) que están presentes en gas residual de proceso o gas de escape de motor. En particular, la invención es útil para la eliminación de estos componentes de gases residuales de proceso de la producción de cemento o vidrio y gas de escape de motores que se hacen funcionar con fuelóleo pesado.

10 Estos gases que contienen partículas contienen muy a menudo una pluralidad de contaminantes, por ejemplo, NO_x, compuestos orgánicos volátiles (COV), SO₂, CO, Hg, NH₃, hidrocarburos poliaromáticos (HPA), dioxinas y furanos, en concentraciones que tienen que reducirse dependiendo de la legislación local. Para este propósito están disponibles varios métodos convencionales.

15 El hollín y la ceniza normalmente se capturan y se eliminan haciendo pasar el gas a través de uno o más filtros dispuestos en el sistema de escape o de ventilación. Tras un cierto tiempo en funcionamiento, las cantidades capturadas de hollín y ceniza provocan una caída de presión creciente a través de los filtros y es necesario regenerar los filtros quemando el hollín y eliminando por soplado la ceniza y otra materia particulada inorgánica con aire comprimido o mediante un proceso manual.

20 Los sistemas de filtros de partículas conocidos están desarrollados para gases residuales y de escape con un contenido relativamente bajo de compuestos de azufre y materia particulada. Estos sistemas no pueden emplearse para, por ejemplo, motores marítimos alimentados con fuelóleo pesado, el denominado combustible para uso marítimo, y gas residual de proceso con un alto contenido de materia particulada, por ejemplo, de la producción de cemento y vidrio. El documento WO2013/179266A1 se refiere a un aparato de filtrado de partículas para motores diésel marinos y a un método de funcionamiento y regeneración de dicho aparato que tiene lugar principalmente por medio de un pulso a contracorriente de aire comprimido que fluye al interior de los medios de filtrado.

30 El combustible para uso marítimo contiene compuestos poliaromáticos e hidrocarburos muy pesados. El combustible está contaminado considerablemente con compuestos, que no se queman y terminan como ceniza en el escape. Los contaminantes adicionales contenidos en el combustible para uso marítimo incluyen no solo sales de metales solubles en agua, sodio (Na), potasio (K), calcio (Ca), hierro (Fe), sulfatos de metales (MeSO₄) y varios otros, sino también los metales solubles en combustible, vanadio (V), plomo (Pb), níquel (Ni) y otros.

35 La disminución de contaminantes gaseosos como NO_x, VOC, HPA, dioxinas y furanos puede llevarse a cabo de manera efectiva mediante el contacto con un catalizador. En particular, los catalizadores a base de óxido de vanadio son catalizadores usados comúnmente para la reducción de NO_x mediante la reducción selectiva de NO_x con NH₃ en aplicaciones estacionarias y de automoción.

40 El objeto general de la invención es proporcionar un método para la disminución de materia particulada en forma de ceniza y hollín junto con la eliminación de NO_x y COV de gas residual o de escape, método que garantice una limpieza efectiva y un funcionamiento continuo, incluso cuando sea necesario regenerar un filtro de partículas empleado en el método.

45 Tal como se ha comentado anteriormente, la materia particulada en gases residuales de procesos y los gases de escape de motor contienen ceniza inorgánica adicional que no puede quemarse y por tanto se acumulará en el filtro a lo largo del tiempo y generará una caída de presión. En consecuencia, la ceniza inorgánica y las cantidades restantes de hollín tienen que eliminarse invirtiendo periódicamente el sentido de flujo del gas de escape a través del filtro o eliminando mediante soplado la ceniza y el hollín mediante inyección impulsada de aire.

50 Características esenciales de la invención son una eliminación continua de impurezas gaseosas junto con una regeneración de hollín pasiva de filtros de partículas catalizando los filtros con un catalizador que es activo en la reducción catalítica selectiva (RCS) de NO_x y que al mismo tiempo acelera la combustión de hollín y la oxidación de COV, mejorando de ese modo el proceso de filtración manteniendo baja la caída de presión a través de los filtros de partículas y eliminando mediante soplado de manera periódica y efectiva la materia particulada mediante inyección impulsada de aire en la salida de los filtros.

60 En resumen, la invención proporciona un método para la eliminación de materia particulada en forma de hollín, ceniza, metales y compuestos metálicos, junto con hidrocarburos y óxidos de nitrógeno que están presentes en gas residual de proceso o gas de escape de motor, según la reivindicación 1, que comprende las etapas de

proporcionar un gas residual de proceso o gas de escape de motor que contiene un agente reductor nitrogenado o añadir el agente reductor nitrogenado al gas residual o de escape;

65

hacer pasar el gas residual o el gas de escape a una temperatura de gas de 225°C a 550°C a través de al menos una unidad de filtro que comprenden cada una al menos un filtro de partículas y capturar la materia particulada;

5 reducir las cantidades de hollín capturado en el al menos un filtro de partículas y reducir las cantidades de óxidos de nitrógeno e hidrocarburos en el gas residual o de escape mediante reducción catalítica selectiva (RCS) con el agente reductor nitrogenado y mediante oxidación en contacto con un catalizador de RCS y de oxidación combinado que está dispuesto en el filtro de partículas;

10 desconectar periódicamente la al menos una unidad de filtro del flujo del gas residual o de escape;

15 aplicar un pulso neumático en la salida del al menos un filtro de partículas inyectando de manera pulsada aire en la salida de manera inversa al flujo previo del gas de escape y eliminar mediante soplado la materia particulada capturada junto con los metales pesados del al menos un filtro de partículas, aplicar succión en la entrada del al menos un filtro de partículas, y transportar la materia particulada y los metales pesados eliminados mediante soplado del al menos un filtro de partículas, opcionalmente a través de una unidad de filtro auxiliar externa, a un contenedor, consistiendo el catalizador de RCS y de oxidación combinado en dióxido de titanio, óxidos de vanadio y wolframio.

20 A continuación, se dan a conocer realizaciones preferidas. Estas realizaciones pueden emplearse o bien cada una sola o bien en combinación de las mismas.

Los filtros de partículas para su uso en la invención están hechos preferiblemente de carburo de silicio, cordierita, mullita, titanato de aluminio o metal sinterizado.

25 Los filtros para su uso en la invención están conformados como filtros de flujo de pared, que garantizan la máxima eficiencia de limpieza, pero pueden emplearse otros tipos de filtro.

El catalizador está recubierto sobre y/o dentro de las paredes de filtro.

30 El material catalíticamente activo es una composición catalizadora que consiste en un óxido de vanadio, óxido de wolframio y titanía, denominada en lo sucesivo "el catalizador de V/W/Ti".

El término "un óxido de vanadio" u "óxido de vanadio" se refiere a

35 óxido de vanadio(II) (monóxido de vanadio), VO; u

óxido de vanadio(III) (sesquióxido o trióxido de vanadio), V₂O₃; u

óxido de vanadio(IV) (dióxido de vanadio), VO₂; u

40 óxido de vanadio(V) (pentóxido de vanadio), V₂O₅.

Preferiblemente, el óxido de vanadio para su uso en la invención comprende o consiste en óxido de vanadio(V) (pentóxido de vanadio), V₂O₅.

45 El wolframio tiene varios estados de oxidación, y por tanto óxidos:

óxido de wolframio(III)

50 óxido de wolframio(IV)

óxido de wolframio(VI)

pentóxido de wolframio.

55 Un óxido de wolframio preferido para su uso en la invención comprende o consiste en óxido de wolframio (VI), WO₃.

El término "titanía" se refiere a dióxido de titanio (TiO₂).

60 Este catalizador es activo tanto en la eliminación de hidrocarburos (COV) como en la eliminación de NO_x mediante la reacción RCS con NH₃.

65 El catalizador de RCS de V/W/Ti está recubierto sobre el lado de entrada de gas y dentro de las paredes de un filtro de flujo de pared, mientras que una composición catalizadora adicional que consiste en óxido de vanadio y paladio en forma metálica y/u oxídica y titanía u óxido de vanadio, óxido de wolframio y paladio en forma metálica y/u oxídica y titanía está recubierta en el lado de salida de gas del filtro de flujo de pared.

La ventaja de dotar el lado de salida del filtro de un catalizador de V/W/Ti/Pd o uno de V/Ti/Pd es un menor deslizamiento de amoníaco y monóxido de carbono del filtro.

5 Tal como se mencionó anteriormente, una característica esencial adicional de la invención es la eliminación de la materia particulada atrapada formada durante la combustión del fuelóleo pesado. Los filtros de partículas tienen que limpiarse periódicamente cortando el flujo de gas de escape a los filtros.

10 Preferiblemente, el gas residual o de escape se hace pasar a través de más de una unidad de filtro. Todas las unidades de filtro pueden entonces limpiarse en un bucle de limpieza cíclico mediante el método según la invención tal como se describe más detalladamente a continuación. El motor puede seguir en funcionamiento continuo porque al menos una unidad de filtro sigue en modo de filtración.

15 Durante la limpieza de los filtros de partículas se inyecta aire de manera inversa al flujo previo del gas de escape a una duración de pulso de inyección de entre 10 y 600 ms, preferiblemente 300 ms.

20 En el ciclo de limpieza, un filtro de partículas o una sección de una unidad de filtro (el 5-50% de toda la superficie de filtrado) puede cerrarse en la salida y se inyecta el aire en la salida mediante una válvula o boquilla, por ejemplo, montada en o cerca de una válvula de cierre. De ese modo, la eliminación mediante soplado de materia particulada que comprende ceniza, hollín no quemado y metales pesados, metales, compuestos metálicos atrapados en el filtro de partículas es incluso más eficiente debido al menor volumen de pulso de aire inyectado en el filtro de partículas en comparación con una manera, en la que la salida está abierta. En el último caso, el pulso de aire se propaga a través de toda la unidad de filtro que rodea el/los filtro(s) de partículas y por tanto limita el efecto de limpieza.

25 Alternativamente, la salida de cada filtro de partículas puede estar abierta durante el ciclo de limpieza usando un pulso de inyección de aire más potente. La ventaja de esta realización es la simplicidad y una disposición de filtro más compacta.

30 Durante el pulso de inyección neumático al interior del filtro de partículas que debe limpiarse, una corriente de aire de limpieza con una alta concentración de materia particulada sale del lado de entrada del filtro de partículas y la corriente de aire se captura mediante un sistema de succión apropiado. La corriente de aire que contiene la materia particulada eliminada mediante soplado se transporta entonces lejos de la entrada del filtro de partículas a través de una tubería de succión, dotada opcionalmente de una rejilla perforada instalada en o cerca de la entrada del filtro de partículas. La tubería de succión está conectada a una fuente de succión, por ejemplo, una bomba de succión, que se activa durante o después de que el pulso de aire se inyecte en la salida del filtro de partículas.

35 La materia particulada puede aspirarse en la tubería de succión a través de un filtro de baja temperatura auxiliar externo o un filtro de alta temperatura auxiliar o ambos, opcionalmente catalizado con un catalizador de combustión de hollín tal como se describió anteriormente. De ese modo, la materia particulada eliminada de los filtros de partículas principales y contenida en la corriente de aire de limpieza se separa de la corriente en el/los filtro(s) auxiliar(es) y entonces se descarga en un contenedor de almacenamiento para su desecho futuro.

40 La fuente de succión puede estar hecha alternativamente mediante una bomba de succión externa dotada de un filtro auxiliar pequeño. El filtro auxiliar recoge la partícula portada en la corriente de aire en la línea de flujo de gas de succión.

45 Alternativamente, la corriente de succión también puede crearse utilizando la caída de presión a través del/de los filtro(s) de partículas. En esta realización, la tubería de succión conecta el lado de entrada de gas de escape de la(s) unidad(es) de filtro o del/de los filtro(s) de partículas con el lado de salida de gas de escape de la(s) unidad(es) de filtro o del/de los filtro(s) de partículas y la materia particulada eliminada mediante soplado del/de los filtro(s) de partículas se aspira a través de un filtro auxiliar instalado en la tubería de succión. Cuando el ciclo de limpieza está en pausa, la materia particulada capturada puede eliminarse del filtro auxiliar.

50 La presión aplicada en la tubería de succión tiene que ser suficientemente baja para garantizar un transporte eficiente de materia particulada en la tubería de succión.

55 Preferiblemente, la presión en la tubería de succión está en el intervalo de 30-300 mbar por debajo de la presión dentro de los filtros de partículas.

60 En una realización adicional de la invención, el aire para la inyección pulsada se extrae de un tanque acumulador con aire comprimido a una presión de 4 a 10 bar abs, preferiblemente 6,5 bar abs.

65 Todavía en una realización, la(s) unidad(es) está(n) dispuesta(s) en un recipiente a presión aguas arriba de un turbocompresor de motor. El gas de escape puede hacerse pasar entonces a través de la(s) unidad(es) de filtro a una presión de entre 0 y 3 bar abs.

5 La temperatura de combustión de hollín puede mantenerse en esta realización a un nivel más óptimo de aproximadamente 400°C sin calentamiento de gas de escape adicional. Como ventaja adicional, la caída de presión a través del/de los filtro(s) de partículas se reduce cuando aumentan la presión del gas de escape y la temperatura. Esto da como resultado ventajosamente un volumen de filtro de partículas disminuido requerido para una filtración efectiva y facilita, por ejemplo, una instalación de reajuste en barcos con espacio limitado para el tratamiento de gas de escape.

10 Una característica adicional de la invención tal como se dio a conocer anteriormente es la posibilidad de eliminar óxidos de azufre que se forman en gases residuales de proceso y cuando que se quema fuelóleo pesado en un motor. El catalizador de RCS y oxidación aguas arriba en los filtros es resistente a los compuestos de azufre y tiene un potencial de oxidación de SO₂ a SO₃ limitado, que por tanto facilita el uso de un lavador químico de SOX para la eliminación de SO₂ y SO₃.

15 Por tanto, en una realización adicional el método comprende la etapa adicional de reducir las cantidades de óxidos de azufre contenido en el gas sometiendo a lavado químico el gas en un bucle abierto o cerrado, aguas abajo de la al menos una unidad de filtro con un líquido de lavado químico que comprende una disolución alcalina acuosa o una disolución alcalina en agua de mar. En el líquido de lavado químico alcalino, los óxidos de azufre se convierten en sulfatos o sulfitos de metal alcalino inocuos. De ese modo, los óxidos de azufre se eliminan casi completamente de los gases residuales sin neblina de ácido sulfúrico alguna y se almacena una disolución gastada de baja turbidez
20 transparente para su desecho posterior.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un método para eliminar materia particulada en forma de hollín, ceniza, metales y compuestos metálicos, junto con hidrocarburos y óxidos de nitrógeno que están presentes en gas residual de proceso o gas de escape de motor, que comprende las etapas de
- 10 proporcionar un gas residual de proceso o gas de escape de motor que contiene un agente reductor nitrogenado o añadir el agente reductor nitrogenado al gas residual o de escape;
- 15 hacer pasar el gas residual o el gas de escape a una temperatura de gas de 225°C a 550°C a través de al menos una unidad de filtro que comprende cada una al menos un filtro de partículas en forma de un filtro de flujo de pared y capturar la materia particulada;
- 20 reducir las cantidades de hollín capturado en el al menos un filtro de partículas y reducir las cantidades de óxidos de nitrógeno e hidrocarburos en el gas residual o de escape mediante reducción catalítica selectiva (RCS) con el agente reductor nitrogenado y mediante oxidación en contacto con al menos un primer catalizador de RCS y oxidación combinado que está recubierto sobre o dentro de las paredes del lado de entrada de gas del filtro de flujo de pared;
- 25 desconectar periódicamente la al menos una unidad de filtro del flujo del gas residual o de escape;
- 30 aplicar un pulso neumático en la salida del al menos un filtro de partículas inyectando de manera pulsada aire en la salida de manera inversa al flujo previo del gas de escape y eliminar mediante soplado la materia particulada capturada junto con los metales pesados y compuestos metálicos del al menos un filtro de partículas,
- 35 aplicar succión en la entrada del al menos un filtro de partículas y transportar la materia particulada y los metales pesados y compuestos metálicos eliminados mediante soplado desde el al menos un filtro de partículas, opcionalmente a través de una unidad de filtro auxiliar externa, a un contenedor, consistiendo el al menos primer catalizador de RCS y oxidación combinado en dióxido de titanio, óxidos de vanadio y wolframio y estando recubierto un segundo catalizador de oxidación que consiste en óxido de vanadio y paladio en forma metálica y/u oxídica y titania o que
- 40 consiste en óxido de vanadio, óxido de wolframio y paladio en forma metálica y/u oxídica y titania en el lado de salida de gas del al menos un filtro de partículas.
- 45 2.- El método según la reivindicación 1, en el que el cuerpo del al menos un filtro de partículas está preparado a partir de carburo de silicio, cordierita, mullita, titanato de aluminio o metal sinterizado.
- 50 3.- El método según la reivindicación 1 o 2, en el que el aire se inyecta de manera pulsada con una duración de pulso de inyección de entre 10 y 600 ms, preferiblemente 300 ms.
- 4.- El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el aire para la inyección pulsada se extrae de un tanque acumulador con aire comprimido a una presión de 4 a 10 bar abs, preferiblemente 6,5 bar abs.
- 5.- El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la al menos una unidad de filtro está dispuesta en un recipiente a presión aguas arriba de un turbocompresor de motor.
- 6.- El método según la reivindicación 5, en el que el gas de escape se hace pasar a través de la al menos una unidad de filtro a una presión de entre 0 y 3 bar abs.
- 7.- El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende la etapa adicional de una reducción catalítica selectiva adicional de óxidos de nitrógeno en el gas residual o de escape aguas abajo de la al menos una unidad de filtro.
- 8.- El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende la etapa adicional de reducir las cantidades de óxidos de azufre contenidos en el gas de escape sometiendo a lavado químico el gas con una disolución alcalina o agua en un bucle abierto o cerrado, aguas abajo de la al menos una unidad de filtro.