

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 565 810**

51 Int. Cl.:

B01D 53/86 (2006.01)

B01D 53/96 (2006.01)

F23J 15/02 (2006.01)

B01D 53/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2012 E 12184522 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2016 EP 2570177**

54 Título: **Procedimiento e instalación de depuración de humos**

30 Prioridad:

16.09.2011 FR 1158263

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

07.04.2016

73 Titular/es:

**LAB SA (100.0%)
259 avenue Jean Jaurès
69007 Lyon, FR**

72 Inventor/es:

**TABARIES, FRANCK y
SIRET, BERNARD**

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 565 810 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 e instalación de depuración de humos.

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a un procedimiento y una instalación de depuración de humos. La invención se interesa en particular en la depuración de los humos de combustión, que contienen unos óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre y ácido clorhídrico.
- 10 **[0002]** Durante la combustión de residuos como los residuos domésticos u hospitalarios por ejemplo, los humos de combustión producidos contienen una proporción perceptible de óxidos de nitrógeno y no pueden ser liberados a la atmósfera por tanto sin tratamiento. Contienen igualmente unos gases ácidos como el ácido clorhídrico y el dióxido de azufre. Además, estos humos de combustión contienen otros contaminantes, así como polvo y unas partículas sólidas.
- 15 **[0003]** Varias tecnologías están disponibles para la eliminación de los compuestos ácidos, ya sea por unos procedimientos húmedos en los cuales se ponen en contacto los humos que se van a depurar con un líquido, o por unos procedimientos semi-secos en los cuales se atomiza una suspensión de reactivo antes de recuperar los residuos sólidos sobre un filtro o un electrofiltro, ya sea por unos procedimientos secos en los cuales se pone en contacto un reactivo pulverulento, como la cal o el bicarbonato de sodio, con los humos que se van a tratar y se recolectan a continuación los residuos sólidos sobre un filtro, especialmente un filtro de mangas. En el caso de la utilización de los procedimientos secos, la relación estequiométrica, característica del exceso de reactivo efectivamente utilizado con respecto a lo que es teóricamente necesario en el sentido de la química, es bastante importante.
- 20 **[0004]** En cuanto a los óxidos de nitrógeno (NOx), varias tecnologías están disponibles y bien aceptadas industrialmente. Una primera solución consiste en actuar al nivel de la combustión propiamente dicha. Unos quemadores denominados «NOx bajos» se pueden utilizar en el caso de la combustión del carbón o del fuel o bien un exceso de aire o su superposición se pueden modificar, de forma que, en las zonas muy cálidas, la formación de los óxidos de nitrógeno, a partir del nitrógeno del aire, se minimice. Se ha propuesto igualmente enriquecer la atmósfera de combustión de oxígeno o reciclar el dióxido de carbono para cumplir este efecto. Este primer enfoque está limitado en su eficacia y se revela además poco cómodo de aplicar en el caso de incineración de los residuos. Asimismo, esta solución no puede ser suficiente de ningún modo para llevar el contenido de óxido de nitrógeno en los humos de combustión por debajo de 80 mg/Nm³ de NOx.
- 25 **[0005]** Un segundo enfoque consiste en inyectar un reactivo, usualmente amoníaco o urea, en una zona particular de la combustión. Este reactivo se descompone entonces y los radicales generados reaccionan para impedir la formación de los óxidos de nitrógeno o destruir los ya formados. A este respecto, esta solución conoce unos límites: es difícil obtener un rendimiento de destrucción de más del 70%, salvo que se consienta una fuga de amoníaco que supere la decena de mg/Nm³. Asimismo, para el caso particular de la incineración de los residuos, no se puede obtener mucho más que 120 mg/Nm³ de NOx sin tener una fuga de amoníaco importante. Esta solución, denominada SNCR (Selective Non Catalytic Reduction), no es por tanto suficiente para responder a las necesidades de las unidades modernas.
- 30 **[0006]** También, la técnica generalmente utilizada cuando se necesita obtener unos contenidos de NOx inferiores a 80 mg/Nm³, consiste en recurrir a la utilización de un catalizador de desnitrificación: se habla entonces de una solución denominada SCR (Selective Catalytic Reduction). Más precisamente, se hacen reaccionar los óxidos de nitrógeno con un reactivo apropiado sobre un catalizador específico, mantenido a una temperatura relativamente elevada. El reactivo empleado es característicamente amoníaco o urea. Si esta técnica está bien controlada ahora, ciertas restricciones y limitaciones, como la existencia de venenos (óxidos alcalinos, fósforo, arsénico), que pueden fijarse sobre los lugares activos del catalizador o la existencia de compuestos (sulfatos e hidrogenosulfatos de amonio, SO₃...), que pueden depositarse y bloquear los poros del catalizador, conducen a una pérdida progresiva de la actividad de este catalizador. Esto obliga ya sea a reemplazar el catalizador pura y llanamente, o a proceder a su regeneración. Tal regeneración puede ser de naturaleza térmica, elevando la temperatura con la ayuda de quemadores o bien estar realizada por lavado. En los dos casos, el reactor catalítico
- 35 **[0007]** En este contexto, EP-A-1 576 999 ha propuesto proceder a una división en compartimentos completa del catalizador y regenerarlo compartimento por compartimento. Esto permite conservar, globalmente, la instalación en línea durante la regeneración del catalizador. No obstante, esta solución es costosa a causa de la división en
- 40
- 45
- 50
- 55

compartimentos, así como a causa de la complejidad de los circuitos de humos y del control de estos circuitos, que resulta de esta división en compartimentos. EP-1 676 627 propone igualmente un sistema similar, por división en compartimentos del catalizador, lo que sigue siendo complejo.

5 **[0008]** Por su lado, US-A-2008/089822, que puede ser considerado como el estado de la técnica más próximo a la invención, divulga un procedimiento de depuración de humos, en el cual unos humos atraviesan un filtro de mangas antes de ser enviados a un reactor de desnitrificación catalítica. Este reactor se regenera térmicamente, sometiéndolo de manera intermitente a un flujo caliente que puede ser vapor de agua, al mismo tiempo que se mantiene la alimentación de este reactor con los humos procedentes del filtro de mangas.

10

[0009] Una vez recordado esto, el objetivo de la presente invención es proponer un procedimiento global e integrado de depuración de los humos y de regeneración de un catalizador de desnitrificación de estos humos, que, a la vez que es fiable, es económicamente ventajoso y que se puede realizar en línea, permitiendo así continuar tratando unos humos durante la regeneración.

15

[0010] A tal efecto, la invención tiene como objeto un procedimiento de depuración de humos, tal como se define en la reivindicación 1.

[0011] Así, el procedimiento conforme a la invención permite regenerar en línea un catalizador de SCR por vía térmica, utilizando vapor destinado a la activación de los residuos. Una de las ideas en las que se basa la invención es proceder a la regeneración del catalizador no en su globalidad en un instante dado, sino zona por zona. Para ello, según la invención, se definen, más arriba del catalizador que se va a regenerar, unas secciones de alimentación, en las cuales se admite, sección tras sección, vapor de agua, siendo estas secciones individualmente activadas una tras otra de manera que se eleve la temperatura de una zona del catalizador. El vapor de agua produce entonces sus efectos de regeneración principalmente, incluso casi exclusivamente sobre la porción del catalizador objeto de la zona activada. Dicho de otro modo, las fracciones de alimentación precisadas corresponden a unas zonas del espacio, donde la alimentación de vapor de agua se activa alternativamente. Según la invención, la zonificación del catalizador se extiende, capa catalítica por capa catalítica, por medio de placas o de cualquier otro medio físico similar, de tal forma que el efecto de calor y regenerador del vapor admitido se transmita de una capa a la otra. Resulta así una simplificación con respecto a una situación donde se debería, capa por capa, inyectar un fluido de regeneración con la ayuda de medios dedicados a cada capa. Esta zonificación define, en el interior del reactor catalítico, una segmentación de los volúmenes de alimentación de humos de las diferentes capas de catalizador que se suceden en el reactor, pero hay que darse cuenta de que los humos se introducen en el reactor catalítico globalmente, es decir sobre toda la capa de catalizador anterior y, por tanto, sobre la o las capas de catalizador siguientes, y que en particular no se utilizan ni se criban ni se registran para distribuir u orientar los humos en una zona mejor que otra. Según una de las características de la invención, el catalizador está permanentemente alimentado de humos mezclados en un reactivo de desnitrificación, tanto en las zonas donde el vapor de introduce como en las zonas donde el vapor no se introduce. Desde este punto de vista, se puede decir que la totalidad del catalizador sigue trabajando en la desnitrificación, incluido en las zonas en curso de regeneración.

30

[0012] Es necesario comprender que, para obtener unos rendimientos de reducción de los óxidos de nitrógeno suficientes para que los humos puedan ser liberados a la atmósfera, es ventajoso, incluso necesario que varias capas de catalizador, característicamente entre 2 y 5, estén presentes en el reactor de desnitrificación y que la regeneración del catalizador, que pierde actividad con el transcurso del tiempo, debe poder efectuarse eficazmente para todas las capas.

45

[0013] Según la invención, el vapor de agua que sirve para la activación de los residuos, residuos destinados a ser reciclados, se desvía en parte temporalmente de su función de activación de los residuos para ser recalentado, especialmente a una temperatura comprendida entre 250 y 450 °C, e introducido de manera intermitente, especialmente durante un período de tiempo comprendido entre 10 segundos y 5 minutos, en una o varias de las secciones definidas por los medios de segmentación física precisados. Así, cuando se utilizan con este fin las placas mencionadas más arriba, tales placas están situadas por ejemplo inmediatamente más arriba de la primera capa de catalizador y otras placas están situadas entre las capas de catalizador.

50

[0014] Unas características adicionales ventajosas del procedimiento conforme a la invención, tomadas aisladamente o según todas las combinaciones técnicamente posibles, se especifican en las reivindicaciones de 2 a 8.

55

[0015] La invención tiene igualmente como objeto una instalación de depuración de humos, tal como se define en

la reivindicación 9.

[0016] La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción que aparece a continuación, dada a título de ejemplo y realizada en referencia a los dibujos para los cuales:

5

- la figura 1 es un esquema en perspectiva de un modo de realización del reactor de desnitrificación catalítica, que muestra una disposición posible de los medios de segmentación y de distribución del vapor de regeneración;

- la figura 2 representa una instalación de aplicación del procedimiento conforme a la invención, y

10 - la figura 3 representa una variante de la instalación de la figura 2, aplicando igualmente el procedimiento según la invención.

[0017] En la realización preferida, mostrada por las figuras 1 y 2, unos humos que se van a depurar 1 se introducen en un evaporador o intercambiador/vaporizador 101, que puede estar constituido por haces tubulares y que, por transferencia de calor, genera vapor de agua 5 a la vez que refrigera los humos, lo que es favorable en la captación de los contaminantes ácidos posterior. Habiendo atravesado los humos el intercambiador 101, que tienen la referencia 2, se introducen en un filtro de mangas 201. Un reactivo de neutralización 3 se introduce ventajosamente en estos humos 2. Los sólidos recopilados 8 se reciclan en su mayoría hacia un contactor gas-sólidos 401, cuya función es realizar una activación de los residuos recirculados, antes de su reintroducción, por una línea 11, en el flujo de los humos 1 y que se puede calificar por tanto como reactor de activación.

20

[0018] El vapor producido 5 está dirigido normalmente en totalidad hacia el contactor 401, como se indica por el flujo de vapor 6, de forma que se realice la activación de los residuos, salvo cuando se procede a una regeneración, en cuyo caso una parte 7 de este vapor se recalienta por una unidad 501, que puede ser una batería de calefacción eléctrica y sirve para la regeneración del catalizador.

25

[0019] Según la realización preferida, habiendo atravesado los humos 12 el filtro 201, se admiten en un reactor de desnitrificación catalítico 301, denominado SCR. Unos reactivos de neutralización de los contaminantes ácidos se introducen, por una línea 3 o una línea 3', en el filtro de mangas 201 o en el reactor de activación 401. Cabe destacar que estos reactivos pueden ser introducidos solo en un punto. Estos reactivos están constituidos, por ejemplo y de manera no limitativa, por cal apagada, cal viva, magnesia o bicarbonato de sodio. Un reactivo de desnitrificación, pudiendo ser, por ejemplo, amoniaco o urea, es admitido por una línea 15 en el reactor de desnitrificación 301.

30

[0020] Según la invención, la regeneración del reactor de SCR se efectúa extrayendo de manera intermitente la parte 7 del vapor 5 utilizando un juego de compuertas no representado, recalentando este vapor con la ayuda del recalentador 501 y alimentando el reactor de desnitrificación 310 por el flujo 7' obtenido, que se ha llevado a una temperatura comprendida entre 250 y 450 °C por el recalentador 501.

35

[0021] En la figura 1 se representa, de manera esquemática y parcial, una disposición posible del reactor de desnitrificación 301. Este reactor catalítico está alimentado por los humos 12 mezclados con el reactivo de desnitrificación, en vista de desnitrificarlos. Este reactor contiene un catalizador superpuesto sobre varias capas 3001, 3002, etc. De manera preferida, los humos atraviesan el reactor de manera vertical ascendente o vertical descendente, pero otras orientaciones, por ejemplo horizontal, son posibles. En este reactor 301, se hacen reaccionar los óxidos de nitrógeno contenidos en los humos 12 con el reactivo precitado, mezclado con los humos más arriba del reactor 301. Este catalizador es de una tecnología conocida en sí y está constituido por ejemplo por placas o canales. Opera a una temperatura de servicio comprendida entre 140 °C y 300 °C, preferentemente entre 170 °C y 240 °C.

45

[0022] Como se puede ver en la figura 1, los humos que se van a desnitrificar 12 se llevan hasta el catalizador por un conducto o un órgano similar, que define, inmediatamente más arriba de la primera capa 3001 del catalizador, una región volumétrica V de alimentación del catalizador por los humos. Según una de las características de la invención, se define una segmentación de esta región volumétrica V, en una pluralidad de zonas, en este caso seis zonas en el ejemplo mostrado en la figura, que tienen respectivamente la referencia V_1 , V_2 , ... V_6 . Estas zonas de V_1 a V_6 están previstas para que cada una de entre ellas sea atravesada por una parte del flujo de los humos 12: así, en sección transversal al flujo, es decir en un plano perpendicular a la dirección de flujo de los humos 12, estas zonas de V_1 a V_6 presentan cada una, una sección no nula, estando especialmente distribuidas de manera regular, por ejemplo según un motivo en líneas y en columnas en las figuras. Como se explica a continuación, estas zonas de V_1 a V_6 están asociadas respectivamente a unas porciones de la primera capa, del catalizador, con referencia de 3001_1 a 3001_6 en la figura 1: estas porciones de 3001_1 a 3001_6 representan, conjuntamente, la totalidad de la

50

primera capa 3001 del catalizador, incluyendo cada una, una parte de la superficie de entrada de esta primera capa del catalizador, como se puede ver en la figura 1.

5 **[0023]** De manera similar, la segunda capa 3002 del catalizador, es decir la capa justo posterior a la capa 3001 según el flujo de los humos en el reactor 301, define unas porciones de 3002₁ a 3002₆, en correspondencia con las porciones de 3001₁ a 3001₆. Lo mismo se aplica para la o las capas siguientes si el reactor catalítico incluye una o varias capas distintas de las capas 3001 y 3002.

10 **[0024]** Según una de las características de la invención, unos medios de separación, por ejemplo unas placas, preferentemente desmontables, garantizan físicamente la zonificación interna del reactor catalítico 301. En la figura 1, un primer juego de placas 320, representado solamente en parte por motivos de visibilidad, garantiza la zonificación de la primera capa 3001, estando dispuesto en la región volumétrica V de manera que delimite las zonas precitadas de V₁ a V₆, mientras que un segundo juego de placas 330, representado solamente en parte, garantiza la zonificación de la segunda capa 3002 del catalizador, estando dispuesto en el volumen de alimentación
15 de humos de esta segunda capa 3002, extendiéndose este volumen de la salida de la primera capa a la segunda capa del catalizador, de manera que se delimiten unas zonas similares a las zonas de V₁ a V₆ en la región V. Si se presentan más de dos capas de catalizadores, la zonificación se extiende de una capa de catalizador a la otra por otros medios, como unos juegos de placas análogas a 320 ó 330.

20 **[0025]** A título de variante no representada, las diferentes zonas de los volúmenes respectivos de alimentación de las diferentes capas 3001 y 3002 del catalizador, así como las porciones de estas capas que le están respectivamente asociadas, se distribuyen según una sola línea.

25 **[0026]** Es importante destacar que la segmentación del reactor de desnitrificación 301 es interna y que no se aísla una parte u otra del reactor por unos registros o unas compuertas. La totalidad de los humos atraviesa, permanentemente, la totalidad del catalizador, incluso cuando se regenera una parte.

30 **[0027]** Por otro lado, según una característica esencial de la invención, la temperatura de la alimentación de vapor de agua recalentada 7', que presenta ventajosamente un valor comprendido entre 250 °C y 450 °C, es superior a la de los humos 12 admitidos en el catalizador del reactor SCR 301. El vapor de agua 7' tiene como función regenerar el catalizador por una acción esencialmente térmica. Bajo la acción de este vapor de agua 7', la parte del catalizador que está sometida a la acción del vapor se calienta más allá de su temperatura normal de explotación. De manera accesorio y ventajosa, este vapor de agua 7' conduce igualmente a una acción mecánica sobre el catalizador, por
35 soplado del polvo depositado sobre este catalizador.

[0028] En el seno de la instalación, el vapor de agua recalentado 7' se distribuye por unos medios de distribución que comprenden, entre otros, unos elementos de salida de este fluido: en el ejemplo de realización considerado en la figura 1, estos elementos de salida son doce y se mencionan, por grupo de dos ejemplares, 310₁ a 310₆. Estos elementos de salida de 310₁ a 310₆ están situados más arriba de la primera capa de catalizador 3001, estando
40 distribuidos en las zonas de V₁ a V₆ de la región V de alimentación de esta capa 3001 de humos. Más precisamente, en el ejemplo representado en la figura, los dos elementos de salida 310₁ están en la zona V₁, los dos elementos de salida 310₂ están en la zona V₂ y así sucesivamente. Sin duda, es posible tener un número de elementos de salida diferentes de dos por zona del volumen V, por ejemplo de uno o más de dos.

45 **[0029]** En la práctica, los elementos de salida de 310₁ a 310₆ están constituidos individualmente por conductos que permiten liberar el vapor de agua recalentado 7'. A título de variante, cada uno de estos elementos de salida está constituido por un simple tubo, perforado por un orificio terminal.

50 **[0030]** Además, la instalación consta de unos medios que permiten controlar la alimentación de los medios de distribución precitados por el vapor de agua recalentado 7'. Característicamente, estos medios de control están constituidos por un juego de compuertas de 311₁ a 311₆ que están asociadas respectivamente a los elementos de salida de 310₁ a 310₆. Por ejemplo, como en la figura 1, la alimentación de los dos elementos de salida 310₁ está controlada por la misma compuerta 311₁ y lo mismo se aplica para los otros elementos de salida. Por supuesto, a
55 título de variante no representada, una compuerta se puede utilizar para controlar la alimentación de cada uno de los dos elementos de salida 310₁, estando controladas las dos compuertas así asociadas a estos elementos 310₁ conjuntamente. En todos los casos, una característica esencial de la invención es que las compuertas de 311₁ a 311₆ están concebidas para ser pilotadas de manera independiente unas de otras, dicho de otro modo, se controlan selectivamente la apertura de la o de las compuertas asociadas a los elementos de salida situados en una de las zonas de V₁ a V₆, mientras que todas las demás compuertas de la instalación están cerradas. Se comprende por

tanto que al menos una compuerta está asociada por zona del volumen segmentado V, pero puede existir más de una compuerta por zona.

[0031] Según la invención, a fin de regenerar el catalizador 301, se abren de manera sucesiva las compuertas de 5 311₁ a 311₆ mientras que todas las demás compuertas permanecen cerradas, lo que tiene como efecto admitir el vapor de agua recalentado 7' en los medios de distribución hasta los elementos de salida de 310₁ a 310₆, siendo así estos elementos de salida activos unos tras otros. De ello resulta que las diferentes zonas de V₁ a V₆ de la región de alimentación V, segmentada por el juego de placas 320, están sucesivamente y una por una, alimentadas por el vapor de agua 7'. Este vapor de agua 7', debido a la segmentación en zonas por el juego de placas 320, recalienta 10 así primero la porción 3001 de la capa de catalizador 3001 y la porción 3002₁ de la capa de catalizador 3002, así como, en su caso, unas porciones similares de capas adicionales, capa por capa, después una vez que la admisión de vapor de agua en la zona V₁ cesa en beneficio de la zona V₂, el vapor de agua 7' recalienta entonces las porciones 3001₂ y 3002₂ de las capas de catalizador 3001 y 3002, así como, en su caso, unas porciones similares de capas adicionales, capa por capa. Es por tanto, para todas las capas de catalizador, las porciones de estas capas 15 de catalizador, se suceden a través de las zonas, en correspondencia unas con otras, de los volúmenes de alimentación de estas capas, que se recalientan y regeneran de este modo. Otra forma de ver las cosas es considerar que el conjunto de los medios de segmentación físicos, a saber los juegos de placas 320 y 330 en la figura 1, extienden la segmentación del volumen anterior V al conjunto de las capas y que, durante la activación de una de las zonas de V₁ a V₆, esta zona y todas las zonas en correspondencia con esta última sirven para recalentar 20 y regenerar la porción correspondiente del catalizador, para todas las capas del catalizador. Cuando uno de los medios de distribución del vapor de agua 7' se activa, por ejemplo 310₁, es el conjunto de las porciones 3001₁, 3001₂ respectivas de las capas 3001 y 3002 del catalizador, que le es asociado por medio de los juegos de placas 320 y 330, que se recalienta. Este recalentamiento conduce a una desorción de los venenos y de las sales volátiles del catalizador, lo que regenera la porción de catalizador en cuestión de cada capa del catalizador.

25 **[0032]** Así, según una de las características importantes de la invención, durante la regeneración, porción por porción, del reactor catalítico 301, el flujo de los humos 12 no se interrumpe, ni la admisión de los reactivos utilizados para reducir los óxidos de nitrógeno contenidos en los humos. Globalmente, no solamente el conjunto del reactor catalítico sigue siendo operativo, pero también la totalidad del catalizador sigue trabajando en la desnitrificación 30 puesto que todas las porciones de todas las capas del catalizador continúan recibiendo unos humos y el reactivo de neutralización, en todo momento. También, la regeneración del reactor 301 se realiza en línea, sin necesitar una parada de la instalación y sin reducción de capacidad.

[0033] Para una buena aplicación de la invención, es ventajoso que la temperatura de la superficie de entrada del 35 catalizador sea, en su zona en curso de regeneración, superior a 220 °C, preferentemente superior a 250 °C. Se comprende que la obtención de esta temperatura depende directamente de la temperatura de la mezcla gaseosa hasta por encima del catalizador. De ello resulta que la relación de los flujos entre el vapor de agua recalentado 7' y la parte proporcional de los humos 12 que atraviesan la zona en curso de regeneración resulta del número de zonas escogido para segmentar la región V de alimentación del catalizador, así como unas temperaturas respectivas del 40 vapor de agua 7' y de los humos 12. Por razones económicas, se debe encontrar un compromiso entre la eficacia de regeneración y el número de zonas, a la vez que se tiene en cuenta el flujo de vapor de agua 7' disponible: un buen compromiso es que cada una de las zonas de V₁ a V₆ presenta una sección transversal que tiene un valor, al nivel de la superficie de entrada de la capa de catalizador 3001, entre 0,3 y 5 m², preferentemente entre 0,5 y 1 m².

45 **[0034]** Se observará que los medios de segmentación 320, 330,... no se extienden necesariamente, hacia la parte posterior hasta la superficie de entrada de la capa en cuestión del catalizador y hacia la parte anterior hasta la altura donde están situados los medios de distribución o hasta el nivel de la superficie de salida de la capa de catalizador que precede la capa en cuestión. En efecto, el catalizador se instala a menudo en cajones metálicos y la superficie del catalizador está un poco retirada de la superficie delimitada por el cajón. En la práctica, estos medios de 50 segmentación canalizan ventajosamente al menos el 80% de la cantidad del vapor de agua 7' desde los elementos de salida 310₁, 310₂, 310₃, 310₄, 310₅ y 310₆ hasta la superficie de entrada de la porción asociada 3001₁, 3001₂, 3001₃, 3001₄, 3001₅ ó 3001₆ de la primera capa 3001 del catalizador, así como entre las capas 3001 y 3002 y, en su caso, entre las capas adicionales.

55 **[0035]** En la figura 2, se ha representado la integración global del procedimiento en una instalación de depuración de humos. En funcionamiento, los humos que se van a depurar 1 atraviesan el evaporador 101 cuya función es producir el vapor 5 que servirá a la vez en la activación de los residuos recirculados 10 para su fracción 6 y que servirá de fluido de regeneración 7' para su fracción 7, tras el recalentamiento. Los humos que salen del evaporador 101 se introducen en el separador de gas-sólidos 201, después de que los reactivos necesarios para la depuración

de los humos hayan sido introducidos, por la línea 3 o la línea 3'. La localización de estos puntos de inyección no es objeto de la invención y uno u otro de estos puntos de inyección puede no existir. Los residuos 8 que contienen incluso el exceso de reactivo que no ha reaccionado se admite en el contactor gas-sólidos 401, conocido en sí y que no es el objeto de la invención para la activación. Se trata por ejemplo de un contactor de doble tornillo. Después de haber sido puestos en contacto con el vapor, estos sólidos reactivados 11 se devuelven más arriba del separador 201. La figura 2 presenta un caso en que estos sólidos 11 se reintroducen más arriba del separador 201 y también más arriba del evaporador de 101, pero es totalmente posible reintroducir estos sólidos inmediatamente más arriba del separador 201 y más abajo del evaporador 101. Según una de las características de la invención, la fracción 7 del vapor producido 5 se envía por intermitencia al reactor 301 para servir de fluido de regeneración, después de haber sido recalentado por la unidad 501. Esta unidad 501 es de una tecnología conocida en sí y es por ejemplo una batería de calefacción eléctrica. Es importante darse cuenta de que esta fracción 7 no se envía permanentemente hacia el reactor 301, sino solamente cuando la regeneración de este reactor 301 es necesaria. La extracción de este flujo 7 se realiza por un juego de electroválvulas, no representado.

15 **[0036]** La figura 3 representa una variante del procedimiento en el cual el reactor catalítico 301 está situado no más abajo como en la figura 2, sino más arriba del separador gas-sólidos 201, siendo destacado que, en todos los casos, el evaporador 101 está más arriba del reactor de desnitrificación 301. En esta variante, los humos que se van a depurar 1 atraviesan el evaporador 101, después se introducen en el reactor catalítico de desnitrificación 301. Los humos desnitrificados 13 que se liberan se admiten entonces en el separador gas-sólidos 201 (un filtro de mangas) en vista de eliminar los contaminantes ácidos como HCl y SO₂. Una fracción 10, mayoritaria, de los sólidos recopilados 8 se introduce en el contactor gas-sólidos 401. Después de haber sido puestos en contacto con el vapor, los sólidos reactivados 11 se devuelven más arriba del separador 201. La figura 3 presenta un caso en que estos sólidos 11 se reintroducen más arriba del separador 201 y más abajo del reactor 301, pero es totalmente posible reintroducir estos sólidos para todo o parte más arriba del reactor 301, como se indica en líneas discontinuas en la 25 figura 3.

[0037] Las ventajas de la invención son numerosas y comprenden debido a la excelente integración de la producción de vapor en la reactivación de los residuos y en la regeneración:

- 30 • una reducción de los costes de inversión y de los costes de operación,
- una regeneración en línea, que permite continuar utilizando el reactor de SCR en su totalidad, incluido durante la regeneración,
- una reducción importante de la estequiometría del reactivo de cloración/desulfuración utilizado, y
- 35 • una vida útil efectiva del catalizador de SCR más largo, debido a la posibilidad de realizar unas regeneraciones frecuentes, sin penalización para la explotación.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de depuración de humos, en el cual:
- 5 o el vapor de agua (5) es generado por un evaporador (101) situado en el recorrido de los humos que se van a tratar,
 - o una parte (6) de este vapor se envía a un reactor de activación (401) para activar unos residuos que han sido recopilados (10) sobre un filtro de mangas (201) en el cual los humos que se van a tratar se envían y que se han reciclado en su mayoría hacia el reactor de activación,
 - 10 o otra parte (7) de este vapor, utilizada de manera intermitente, se recalienta y envía a un reactor (301) de desnitrificación catalítico de los humos que se van a tratar, para regenerar su catalizador distribuido en varias capas (3001, 3002), siendo este reactor de desnitrificación catalítico segmentado de manera interna por unos medios de segmentación físicos (320, 330) de modo que la segmentación correspondiente se mantenga para todas las capas del catalizador, y
 - 15 o los humos que se van a tratar se mezclan con un reactivo de desnitrificación y se introducen a continuación permanentemente sobre la totalidad del catalizador, incluido durante la regeneración del catalizador realizada por el vapor de agua recalentado (7') que se introduce de manera intermitente en el reactor de desnitrificación catalítico, segmento tras segmento.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el cual el vapor de agua (7) se recalienta a una temperatura comprendida entre 250 °C y 450 °C.
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual, durante la regeneración, el vapor de agua recalentado (7') se introduce en cada segmento del reactor de desnitrificación catalítico (301) durante un tiempo comprendido entre 10 segundos y 5 minutos.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual los medios de segmentación físicos (320, 330) están dispuestos en los volúmenes de alimentación de humo de las capas (3001, 3002) del catalizador.
- 30 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual los medios de segmentación físicos (320, 330) son unas placas de canalización de flujo.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual el reactor de 35 desnitrificación catalítico (301) está situado más abajo del filtro de mangas (201).
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 5, **caracterizado porque** el reactor de desnitrificación catalítico (301) está situado más arriba del filtro de mangas (201).
- 40 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual unos residuos sólidos (11) resultantes del reactor de activación (401), son devueltos más arriba del filtro de mangas (201).
9. Instalación de depuración de humos que comprende:
- 45 o un evaporador (101), a través del cual circulan los humos que se van a tratar y que produce vapor de agua (5) por transferencia de calor procedente de estos humos,
 - o un filtro de mangas (201) alimentado por los humos que se van a tratar,
 - o un reactor de activación (401), que, en entrada, está conectado a la vez a la salida en residuos sólidos (8) del filtro de mangas (201) y a la salida de vapor de agua (5) del evaporador (101),
 - 50 o un reactor de desnitrificación catalítica (301) que está segmentado de manera interna por unos medios de segmentación físicos (320, 330) de modo que la segmentación correspondiente se mantenga para todas las capas (3001, 3002) del catalizador de este reactor de desnitrificación, cuyo reactor de desnitrificación está alimentado, por una parte, permanentemente y en la totalidad de su catalizador, por los humos que se van a tratar y, por otra parte, de manera intermitente y segmento tras segmento, por una parte (7) del vapor de agua (5) producido por el evaporador (101), y
 - 55 o unos medios (501) de calentamiento de vapor de agua, a través de los cuales circula el vapor de agua (7) enviado al reactor de desnitrificación catalítico (301) y que están adaptados para recalentar este vapor de agua.

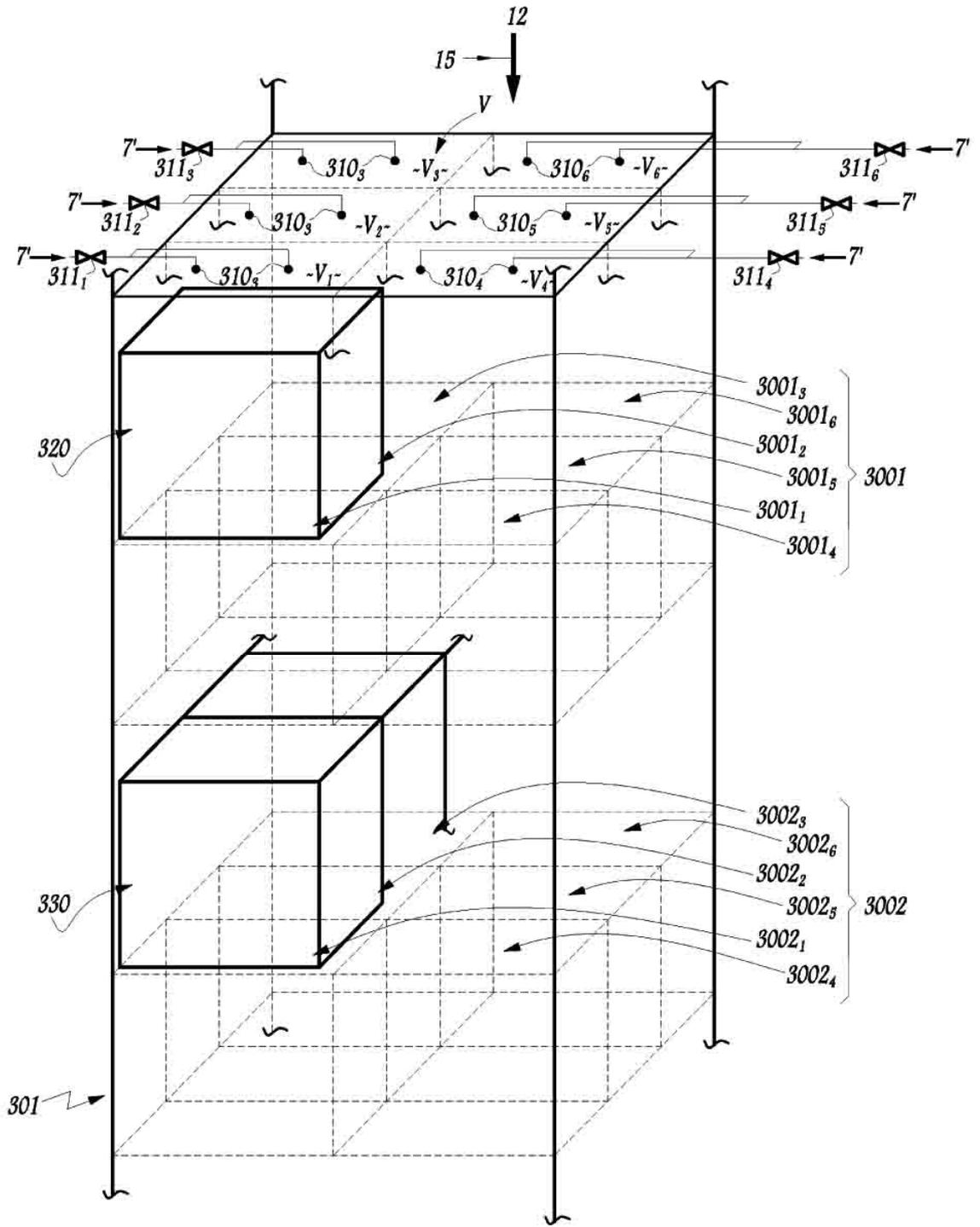


Fig. 1

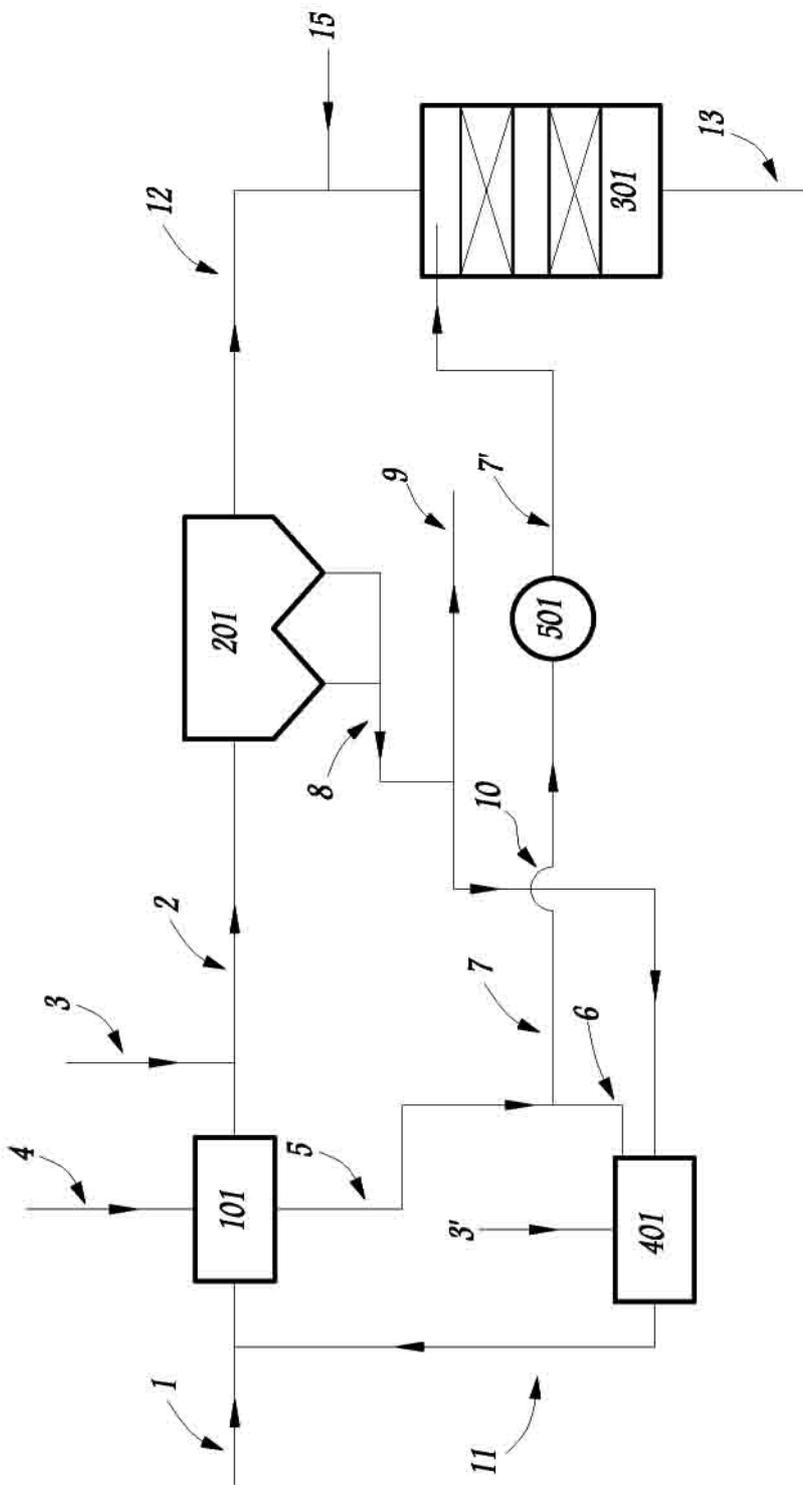


Fig.2

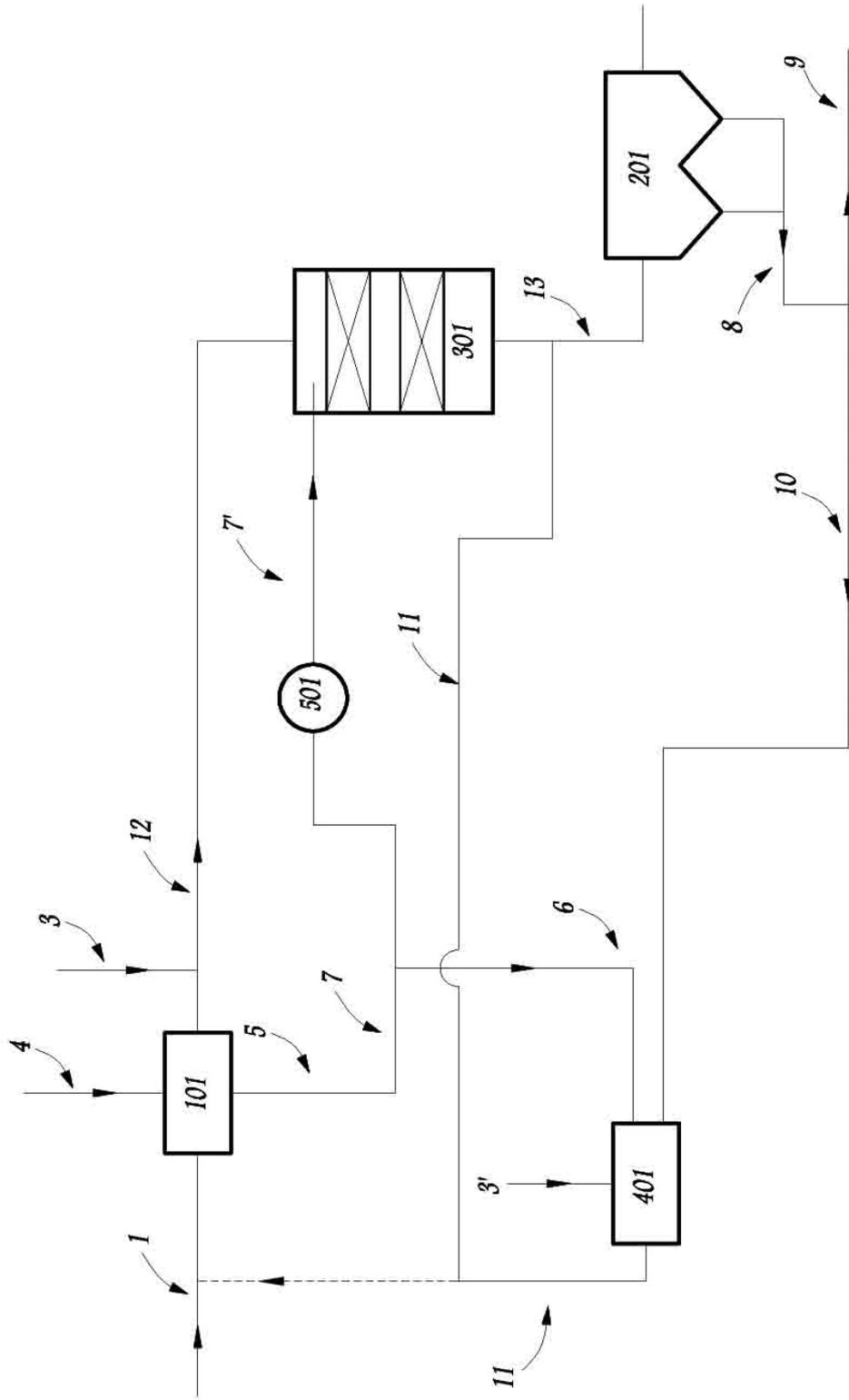


Fig.3