

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 540 985**

51 Int. Cl.:

B01D 53/86

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2013** **E 13188138 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2015** **EP 2719443**

54 Título: **Procedimiento de desnitrificación catalítica de humos de combustión**

30 Prioridad:

12.10.2012 FR 1259772

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

15.07.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SIRET, BERNARD y
TABARIES, FRANCK**

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 540 985 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 de desnitrificación catalítica de humos de combustión

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un procedimiento de desnitrificación de humos de combustión por vía catalítica.

[0002] Durante la combustión de materias, tales como el carbón o el fuel por ejemplo, a fin de producir energía, o bien durante la incineración de residuos, los humos procedentes de estas combustiones contienen una
10 proporción apreciable de óxidos de nitrógeno y no pueden ser liberados a la atmósfera sin tratamiento.

[0003] Durante la combustión, otros contaminantes, en particular los gases ácidos como el ácido clorhídrico o el dióxido de azufre, se emiten, así como polvos y partículas sólidas. De una manera generalizada, los óxidos de nitrógeno deben ser eliminados y varias tecnologías están disponibles y bien aceptadas industrialmente.

15 **[0004]** En primer lugar, se puede actuar al nivel de la combustión propiamente dicha. En este caso, unos quemadores denominados «de bajo NOx» se pueden utilizar entonces en el caso de combustión de carbón o de fuel o bien se puede modificar el exceso de aire, o su superposición, de forma que, en las zonas muy calientes, la formación de óxidos de nitrógeno, a partir del nitrógeno del aire, se minimice. Se ha propuesto igualmente
20 enriquecer la atmósfera con combustión de oxígeno o reciclar el dióxido de carbono para lograr este efecto. Este enfoque está limitado en su eficacia y se revela además poco cómodo de aplicar en el marco de la incineración de residuos. Además, esta solución no puede ser suficiente de ningún modo para llevar el contenido en óxidos de nitrógeno en los humos de combustión por debajo de 150 mg/Nm³ de óxidos de nitrógeno.

25 **[0005]** Un segundo enfoque consiste en inyectar un reactivo, usualmente amoníaco o urea, en una zona particular de la combustión. El reactivo se descompone entonces y los radicales generados reaccionan para impedir la formación de los óxidos de nitrógeno o destruir los ya formados. También en este caso, esta solución conoce unos límites y es difícil sobrepasar unos rendimientos de destrucción de más del 70%, salvo que se consienta una fuga de amoníaco que supere la decena de miligramos por Nm³. También en este caso, para el caso particular de la
30 incineración de residuos, no se puede obtener mucho mejor que 120 mg/Nm³ de óxidos de nitrógeno sin tener una fuga de amoníaco importante. Esta solución, denominada SNCR (acrónimo de «Selective Non Catalytic Reduction») no es por tanto suficiente para responder a las necesidades de las unidades modernas.

[0006] Tradicionalmente, la técnica seguida cuando se necesita obtener unos contenidos de óxidos de nitrógeno inferiores a 80 mg/Nm³ consiste en recurrir a una desnitrificación denominada SCR (acrónimo de
35 «Selective Catalytic Reduction»). Se hacen reaccionar los óxidos de nitrógeno con un reactivo apropiado sobre un catalizador mantenido a una temperatura relativamente elevada. El reactivo de desnitrificación empleado es típicamente amoníaco o incluso urea. Si esta técnica está bien controlada ahora, ciertas restricciones y limitaciones, como la existencia de venenos, tales como unos óxidos alcalinos, fósforo, arsénico, que pueden centrarse en los
40 sitios activos del catalizador y como la existencia de compuestos, tales como unos sulfatos e hidrógenosulfatos de amonio, que pueden depositarse y bloquear los poros del catalizador, conducen a una pérdida progresiva de la actividad del catalizador. Esto obliga ya sea a reemplazar el catalizador puro y simplemente o a proceder a su regeneración. Tal regeneración puede ser de naturaleza térmica, elevando la temperatura del catalizador con la ayuda de quemadores, o bien derivarse de un lavado. En los dos casos, la unidad catalítica se desconecta, lo que
45 conduce a una indisponibilidad de la instalación.

[0007] Se ha propuesto, especialmente por EP 1 576 999, proceder a una división en compartimentos completa del catalizador y regenerar compartimento por compartimento, lo que permite conservar, globalmente, la
50 instalación en línea durante la regeneración. No obstante, esta solución es costosa, por la división en compartimentos, el número de registros y la complejidad de los circuitos de humos que resultan de ello.

[0008] En la práctica, los catalizadores de SCR se utilizan con mayor frecuencia en forma de catalizadores estructurados en nido de abeja, en canales o en placas, presentando una gran tasa de apertura para los humos. Tal estructura da una pérdida de carga reducida y confiere igualmente una mejor tolerancia a las partículas sólidas y a
55 los polvos, lo que se obtiene no obstante en detrimento del volumen de catalizador empleado. Para salvar esta limitación, se utiliza a veces un catalizador en gránulos, pero tal forma en gránulos se vuelve entonces muy sensible a la obstrucción y al bloqueo, acumulándose los polvos entre los gránulos. Por último, se incorpora a veces el catalizador, como principio activo, directamente en el interior de un medio filtrante, por ejemplo en unas capas rígidas o semi-rígidas, o bien en el seno de un medio semi-flexible: en este caso, como las partículas se retienen en

el exterior, estas no bloquean el dispositivo catalítico, pero este enfoque no permite regenerar el catalizador en línea una vez que esté desactivado. Además, el coste de tal medio filtrante catalítico es elevado.

[0009] Por su parte, DE-A-196 12 240 divulga un procedimiento de desnitrificación, en el cual unos humos que se van a tratar se desnitrifican enviándolos en un eliminador de polvos, después de haberlos mezclado con un catalizador de desnitrificación, en forma pulverulenta, y con amoníaco o urea, que se introducen directamente en los humos, como adición de materias frescas. Además, el catalizador se recicla, sucesivamente, por recuperación de una fracción de los sólidos recolectados por el eliminador de polvos, reactivación de esta fracción en una unidad ad hoc alimentada de aire caliente y reenvío de la salida de esta unidad en los humos que se van a tratar más arriba del eliminador de polvos. Aunque tal procedimiento parece prometedor, DE-A-196 12 240 es poco preciso, incluso no dice nada, en cuanto a ciertos parámetros indispensables para su aplicación. Además, la utilización de aire caliente para alimentar la unidad de reactivación vuelve poco viable la aplicación de este procedimiento: una fuente de aire caliente solo está raramente disponible en las instalaciones industriales de desnitrificación de humos e, incluso en el caso en que tal fuente esté disponible o bien creada, se plantea entonces la cuestión de la viabilidad económica de su utilización, en el sentido en que DE-A-196 12 240 no dice nada en cuanto a la temperatura mínima requerida para este aire caliente.

[0010] El objetivo de la presente invención es proponer una desnitrificación catalítica mejorada viable, que concilie la eficacia, el coste reducido y la posibilidad de regeneración en línea.

[0011] A tal efecto, la invención tiene como objeto un procedimiento de desnitrificación catalítica de humos de combustión, tal como se define en la reivindicación 1.

[0012] Así, la invención se basa en la utilización simple, económica y eficaz de un catalizador de desnitrificación SCR en forma dividida, cuya actividad catalítica se mantiene en permanencia por regeneración continua mediante el vapor de agua seca de al menos 220 °C.

[0013] En comparación con una regeneración con aire caliente que se considera en el estado anterior de la técnica, la regeneración con vapor de agua, conforme a la invención, presenta entre otras ventajas que, teniendo en cuenta la afinidad del vapor de agua para el amoníaco, el amoníaco penetra más fácilmente en el interior de los poros saturados en vapor de agua que en unos poros saturados en aire seco. Además, la capacidad calorífica del vapor de agua es mayor (0,473 cal/g/°C a 230 °C) que la del aire (0,247 cal/g/°C a 230 °C) y la viscosidad es más reducida para el vapor de agua (1,74 e-5 Pa.s a 230 °C) que para el aire (2,70 e-5 Pa.s a 230 °C), lo que facilita la transferencia térmica, la difusión de las especies que se van a liberar y globalmente el calentamiento regenerativo. Además, en la práctica, el vapor de agua es un fluido comúnmente disponible en las instalaciones industriales de tratamiento de los humos.

[0014] Por otro lado, el experto en la materia, en el ámbito de la invención, no es llevado a considerar naturalmente el vapor como fluido regenerante ya que se conoce que el agua deprime la eficacia de desnitrificación de ciertos catalizadores. No obstante, es necesario comprender bien que la exposición a una atmósfera muy rica en agua solo se hace en el reactor de reactivación del catalizador y solo, inmediatamente en contacto con los humos, cuando el catalizador se reequilibra con las condiciones de los humos. La utilización del reactor de reactivación, conforme a la invención, permite aprovechar por tanto unas propiedades termodinámicas particulares del vapor de agua seca, sin sufrir sin embargo los efectos nefastos.

[0015] Unas características adicionales ventajosas del procedimiento conforme a la invención se especifican en las reivindicaciones dependientes.

[0016] La invención se podrá comprender mejor con la lectura de la descripción que se muestra a continuación, dada únicamente a título de ejemplo y realizada en referencia a los dibujos en los cuales:

- la figura 1 es una vista esquemática de una instalación que aplica el procedimiento conforme a la invención;

- la figura 2 es un esquema que detalla una forma de realización posible de una parte de la instalación de la figura 1; y

- la figura 3 es una vista similar a la figura 1, que ilustra una variante del procedimiento conforme a la invención.

[0017] En la figura 1, unos humos de combustión que se van a desnitrificar proceden de un separador gas-

sólidos 101, que está situado más arriba en el trayecto de estos humos y se envían en un eliminador de polvos 201. El separador gas-sólidos 101 y el eliminador de polvos 201 son de una tecnología conocida en sí: cada uno de ellos está constituido por ejemplo por un filtro de mangas. En la práctica, el separador gas-sólidos 101 no está situado necesariamente inmediatamente más arriba del eliminador de polvos 201, pero es importante comprender que los humos que se van a desnitrificar 1, que entran en el eliminador de polvos 201, no deben contener una cantidad demasiado importante de polvos o de sólidos, de lo contrario el catalizador que se va a detallar a continuación se contaminará por estos polvos y sólidos: típicamente, es deseable que el contenido en polvos de los humos que se van a desnitrificar 1 no supere los 5 mg/Nm³, siendo este valor únicamente indicativo, sin ser limitativo de la presente invención.

10

[0018] A fin de desnitrificar los humos 1, estos últimos se ponen en contacto con, a la vez, un reactivo de desnitrificación y un catalizador de desnitrificación, observándose que, como se ha explicado en la parte introductiva del presente documento, tal reactivo de desnitrificación y tal catalizador son conocidos en sí.

- 15 **[0019]** Así, la materia activa de tal catalizador está constituida en general por óxido metálico, de sales o de metales y, por razones de aplicación, este principio activo se deposita o dispersa con frecuencia sobre un soporte. A título de ejemplo, esta materia activa es óxido de vanadio, óxidos de hierro, óxidos de manganeso o unos compuestos a base de cobre por mencionar solo algunos compuestos. El soporte está constituido con frecuencia por óxido de titanio, alúmina, una zeolita, al que se añaden eventualmente adyuvantes utilizados para su conformación.
- 20 Así, unos ejemplos comunes de catalizador están basados en óxido de vanadio u óxido de tungsteno, sobre un sustrato de tipo óxido de titanio (anatasa).

[0020] Teniendo en cuenta esto, una de las características importantes de la invención es que tal catalizador de desnitrificación se utiliza en forma dividida, preferentemente en forma pulverulenta y se mezcla en esta forma dividida, preferentemente pulverulenta, con los humos que se van a desnitrificar 1. Se entiende por «en forma dividida» el hecho de que el catalizador se presenta en forma suficientemente fina como para poder ser transportado por los humos que se van a tratar 1. Como se muestra en la figura 1, este catalizador en forma dividida es proporcionado por un flujo de reciclaje 6, que se detallará más adelante y por un apoyo de catalizador fresco 7, que se mezclan ambos con los humos que se van a desnitrificar 1 más arriba del eliminador de polvos 201.

30

[0021] En cuanto al reactivo de desnitrificación, la forma de realización ilustrada por la figura 1 prevé introducirlo en los humos que se van a desnitrificar 1, más arriba del eliminador de polvos 201, por un flujo 8. A título de ejemplo, este reactivo de desnitrificación está constituido por amoníaco en forma gaseosa, una solución amoniacal o bien de urea, de manera no limitativa.

35

[0022] En presencia del reactivo proporcionado por el flujo 8 y en contacto con el catalizador proporcionado por los flujos 6 y 7, los humos 1 se desnitrifican, es decir que su contenido en óxidos de nitrógeno, especialmente NO y NO₂, es reducido, tanto en la funda que transporta los humos mezclados con el reactivo y el catalizador, como en el eliminador de polvos 201. Se comprende así que el eliminador de polvos 201 constituye un reactor de

40

[0023] A título informativo y por tanto no limitativo, la concentración en catalizador en forma dividida está comprendida con mayor frecuencia entre 0,2 y 5 g/Nm³, pero se pueden utilizar otras concentraciones, siendo la única restricción que la cantidad de catalizador efectivamente utilizada, en particular en el eliminador de polvos 201, sea suficiente para garantizar la desnitrificación deseada.

45

[0024] El eliminador de polvos 201 recibe y recolecta el catalizador dividido, por ejemplo en sus tolvas si se trata de un filtro de mangas, tecnología que conviene particularmente bien para esta función.

- 50 **[0025]** En la salida del eliminador de polvos 201, los humos desnitrificados 2 se evacuan mientras que los sólidos recolectados, ricos en catalizador, son extraídos por un flujo 3. Según una de las características de la invención, una parte 4 de este flujo de sólidos recolectados 3 se extrae y evacua, constituyendo esta parte 4 una purga del sistema. La parte mayoritaria restante 5 del flujo de sólidos recolectados 3, que constituye al menos el 95%, preferentemente más del 98%, de este último, está dirigida, con fines de regeneración, hacia un reactor de reactivación 301.

55

[0026] El reactor de reactivación 301 es de una tecnología conocida en sí: está constituido por ejemplo por un contactor con doble tornillo, un lecho con chorro burbujeante o un lecho fluidizado.

[0027] Además de la fracción 5 del flujo de sólidos recolectados 3, el reactor de reactivación 301 recibe un flujo de

regeneración 51 constituido por vapor de agua seca, dicho de otro modo de vapor sobrecalentado, que presenta una temperatura de al menos 220 °C, preferentemente comprendida entre 250 y 350 °C.

[0028] Como se ha mostrado en la figura 1, el flujo de sólidos 6 y un flujo de gas 52 se extraen del reactor de reactivación 301 y se reintroducen en los humos que se van a desnitrificar 1, más arriba del eliminador de polvos 201. En la práctica, los flujos 6 y 52 se pueden confundir al menos parcialmente, así, todo o parte del flujo de sólidos 6 puede ser llevado por el flujo de gas 52, hasta la funda que transporta los humos 1. Para el caso en que el flujo de gas 52 se extrae del reactor de reactivación 301 por separado del flujo de sólidos 6, este flujo de gas 52 no se introduce necesariamente en el mismo lugar que el flujo de sólidos 6 en la funda que transporta los humos 1: a título de variante no representada, este flujo 52 puede, por ejemplo, ser introducido más arriba del separador gas-sólidos 101.

[0029] Como se ha mencionado más arriba, el reactor de reactivación 301 permite la regeneración térmica del catalizador reciclado en la fracción 5 del flujo de sólidos recolectados 3, siendo el flujo de vapor de agua 51 tal que la temperatura de los flujos salientes 6 y 52 se lleva a casi 220 °C o más, de lo contrario la regeneración del catalizador reciclado es ineficaz o insuficiente. Así, en el reactor de reactivación 301, los compuestos como el hidrógenosulfato de amonio y como ciertas sales metálicas volátiles se liberan del catalizador reciclado, bajo la acción del calor y del vapor de agua. Como la recirculación del catalizador tiene lugar en permanencia por medio de unos flujos 3, 5 y 6 y del reactor de reactivación 301, este catalizador mantiene en permanencia un estado de actividad satisfactoria, contrariamente al estado anterior de la técnica en el cual se utiliza un catalizador estático que sufre típicamente una desactivación del orden del 5% por año.

[0030] Además, el reactor de reactivación 301 proporciona otro beneficio que no puede ser accesible en el estado anterior de la técnica en el cual se utiliza un catalizador estático. En efecto, con la invención, el movimiento de la forma dividida del catalizador induce a un efecto de desgaste que libera los depósitos sólidos que podrían formarse en la superficie del catalizador y que, por efecto puramente mecánico de bloqueo del catalizador, reducirían su actividad.

[0031] Como se ha indicado más arriba, el flujo de vapor de agua seca 51 debe tener una temperatura de al menos 220 °C, preferentemente comprendida entre 250 y 350 °C. Por regla general, el vapor de agua de baja presión cómodamente disponible no está naturalmente a una temperatura conveniente. Teniendo en cuenta el hecho de que el reactor de reactivación 301 opera a una presión casi atmosférica, incluso el vapor de alta presión, tras distensión y con las pérdidas térmicas inevitables asociadas, no está disponible a una temperatura conveniente. Por consiguiente, como se ilustra en la figura 2, una disposición opcional de la invención, que es útil para estos casos, prevé que un recalentador 401 se incluya más arriba del reactor de reactivación 301, en el trayecto del flujo de vapor de agua 51: así, este flujo 51 se realiza a partir de un flujo 50 constituido por vapor de agua seca, siendo la temperatura de este flujo gaseoso 50 elevada hasta el nivel requerido de al menos 220 °C, preferentemente entre 250 y 350 °C, por el recalentador 401. Este recalentador 401 es de una tecnología conocida en sí y está, por ejemplo, constituido por una batería eléctrica.

[0032] Para ampliar las consideraciones precedentes, se observará que, en la medida en que el flujo de vapor de agua 51 es reducido en caudal con respecto al de los humos 1, el consumo energético vinculado a la utilización del recalentador 401 sigue siendo reducido con respecto a las ventajas ofrecidas. Estando determinado el flujo de vapor de agua 51 de forma que el reactor de reactivación 301 opere a una temperatura de al menos 220 °C, existe cierta libertad en cuanto al par caudal/temperatura de este flujo 51. Por ejemplo, si se considera un flujo de 100.000 Nm³/h de humos que se van a tratar 1, con un caudal de reciclaje de catalizador de 100 kg/h, un flujo 51 de 250 kg/h de vapor de agua a 300 °C es suficiente para garantizar una temperatura de más de 250 °C para los flujos 6 y 52 salientes del reactor de reactivación 301. Para realizar tal flujo 51 de vapor de agua calentada a 300 °C, se recalienta el flujo 50 de 250 kg/h de vapor de agua con aproximadamente 20 kW.

[0033] Por otro lado, como se ha indicado más arriba, el reactivo de desnitrificación puede estar constituido por urea. Cuando se utiliza así la urea, se genera amoniaco, a la vez por descomposición térmica de la urea después al contacto entre la urea o sus subproductos de descomposición y el catalizador dividido. La utilización de urea presenta varias ventajas en materia de seguridad y, en ocasiones, se prefiere al amoniaco o a las soluciones amoniacaes. Sin embargo, la descomposición de la urea necesita una temperatura de al menos 220-230 °C a fin de poder realizarse en un tiempo bastante corto, típicamente inferior a algunos segundos. También, en el caso de la utilización de la urea como reactivo de desnitrificación y, especialmente, cuando la temperatura a la cual opera el eliminador de polvos 201 es inferior a 220-230 °C, la invención presenta un interés suplementario, que se ilustra en la figura 3: según esta disposición ventajosa, la urea 8 se introduce en el reactor de reactivación 301 que, por el

hecho de que opera a una temperatura más elevada que la de los humos que se van a tratar 1 y que la del eliminador de polvos 201, garantiza la descomposición rápida de esta urea 8. Los subproductos 8', sólidos y/o gaseosos, resultantes de la descomposición de la urea 8 en el reactor de reactivación 301, se encuentran, en la salida de este reactor, mezclados respectivamente con el flujo de sólidos 6 y/o el flujo de gas 52, descritos más arriba con respecto a la figura 1. Estos subproductos 8' se incorporan, conjuntamente con los flujos 6 y 52, a los humos que se van a desnitrificar 1 y que sirven por tanto de reactivos en la reacción de desnitrificación de los humos 1, que tiene lugar a la vez en la funda que transportar estos humos y en el eliminador de polvos 201.

[0034] De manera ventajosa, la urea 8 se puede introducir en el reactor de reactivación 301 en forma sólida: la agitación continua que tiene lugar en este reactor favorece la descomposición de la urea y evita también los problemas de depósitos o construcciones que se pueden tener cuando una solución de urea se pulveriza en una funda.

[0035] Independientemente de su modo de aplicación, el procedimiento conforme a la invención ofrece por tanto un medio simple, económico y eficaz de utilizar un catalizador de desnitrificación SCR en forma dividida y de mantener su actividad por regeneración continua, en permanencia. La utilización del catalizador en forma dividida permite, en la medida en que el trayecto medio de las moléculas entre los humos y el catalizador sea mucho más reducido que en un catalizador clásico en nido de abeja o en placas, utilizar unos volúmenes de catalizador menores. Del mismo modo, estando el catalizador en forma dividida, la concentración en materia catalítica activa puede ser mayor que para un catalizador soportado clásico, lo que permite una utilización a unas temperaturas más bajas. Así, aunque los catalizadores de SCR operan usualmente a unas temperaturas comprendidas entre 220 y 300 °C, a veces más, la utilización de un catalizador en forma dividida y más activo, conforme a la invención, permite una explotación del eliminador de polvos 201, para la desnitrificación, a unas temperaturas menores, típicamente comprendidas entre 140 y 200 °C, entendiéndose que nada se opone a que este eliminador de polvos 201 opere a una temperatura superior.

[0036] Además, como se ha explicado más arriba, la acción del flujo de vapor de agua seca 51 permite una regeneración eficaz y en permanencia del catalizador en forma dividida. El apoyo 7 y la purga 4 permiten reemplazar y evacuar el catalizador usado y correspondiente de facto a lo que sería, funcionalmente hablando, un reemplazo de capas de catalizador no dividido que, en una configuración del estado anterior de la técnica, requiere un paro de línea.

[0037] Otra ventaja de la invención es que, en caso de intoxicación importante del catalizador utilizado, este se puede reemplazar íntegra y rápidamente, lo que no es el caso cuando se utilizan unos catalizadores estructurados.

[0038] Diversas adaptaciones y variantes al procedimiento conforme a la invención, así como a la instalación de aplicación de este procedimiento, son factibles por otro lado. Por ejemplo, de manera opcional y no representada en las figuras, un analizador de dióxido de azufre y de ácido clorhídrico se puede prever más arriba del eliminador de polvos 201. Este analizador permite ajustar el flujo del reactivo de desnitrificación 8, tal como el amoníaco, que podría interactuar con los contaminantes ácidos precipitados e interferir con la regulación, debiendo servir este amoníaco principalmente para la desnitrificación.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de desnitrificación catalítica de humos de combustión, en el cual:
 - 5 - unos humos que se van a tratar (1), que están previamente desprovistos de polvo, se desnitrifican mezclándolos con un reactivo de desnitrificación (8) y con un catalizador de desnitrificación en forma dividida (6, 7) introduciéndolos después en un eliminador de polvos (201),
 - una fracción (5) del flujo de los sólidos (3) recolectados por el eliminador de polvos (201), que constituye al menos el 95% y un flujo de vapor de agua seca (51) como fluido regenerante, que presenta una temperatura de al menos 220 °C, se introducen en un reactor de reactivación (301), y
 - un flujo de sólidos (6; 6+8') procedente del reactor de reactivación (301) se recicla siendo incorporado a los humos que se van a tratar (1), más arriba del eliminador de polvos (201).
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el cual el reactivo de desnitrificación (8) se introduce en el reactor de reactivación (301).
3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el cual el reactivo de desnitrificación (8) es urea en forma
20 sólida.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual la temperatura del flujo de vapor seco (51) está comprendida entre 250 y 350 °C.
- 25 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual el flujo de vapor de agua seca (51) se lleva, antes de ser introducido en el reactor de reactivación (301), a una temperatura de al menos 220 °C por un calentador (401).
6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el cual el calentador (401) es una batería eléctrica.
- 30 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual la temperatura del flujo de sólidos (6; 6+8') resultante del reactor de reactivación (301) es como mínimo de 220 °C.
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual la totalidad o parte del
35 flujo de sólidos (6; 6+8') resultante del reactor de reactivación (301) se devuelve hasta los humos que se van a tratar (1) siendo llevado por un flujo de gas (52) que sale del reactor de reactivación.
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual el eliminador de polvos (201) es un filtro de mangas.
- 40 10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual el reactor de reactivación (301) está constituido por un contenedor de doble tornillo.

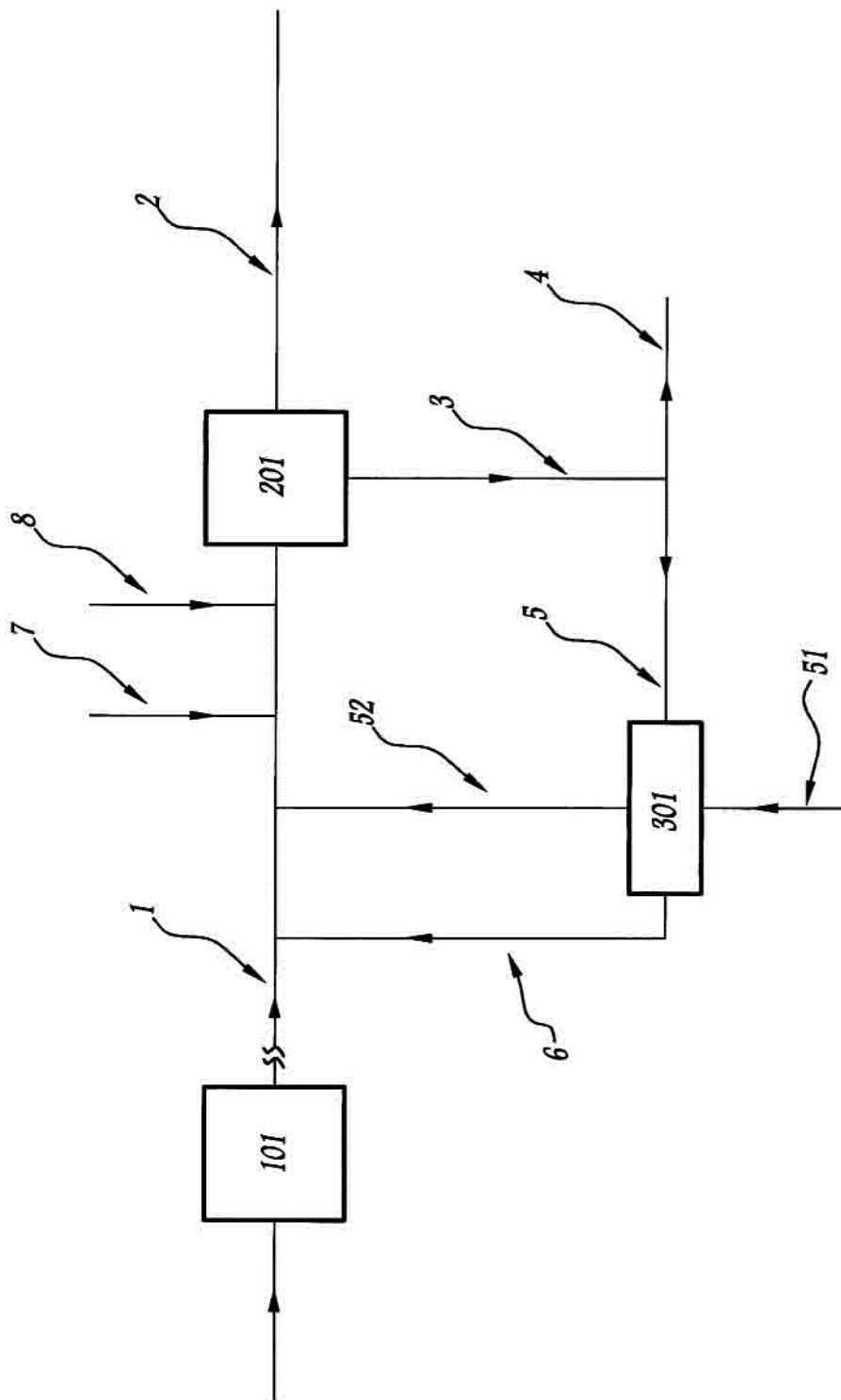


Fig. 1

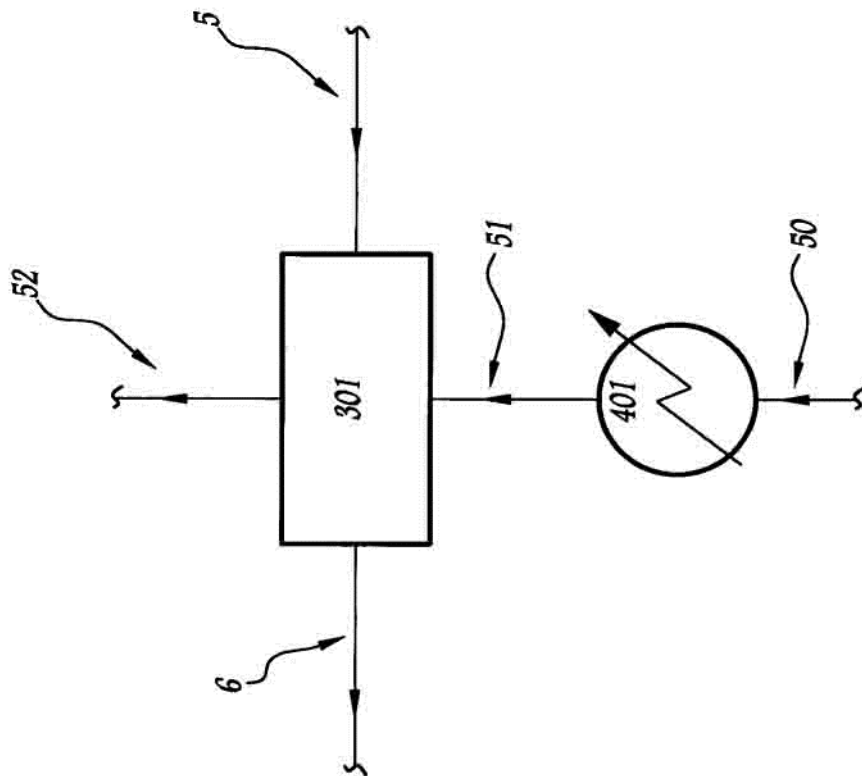


Fig.2

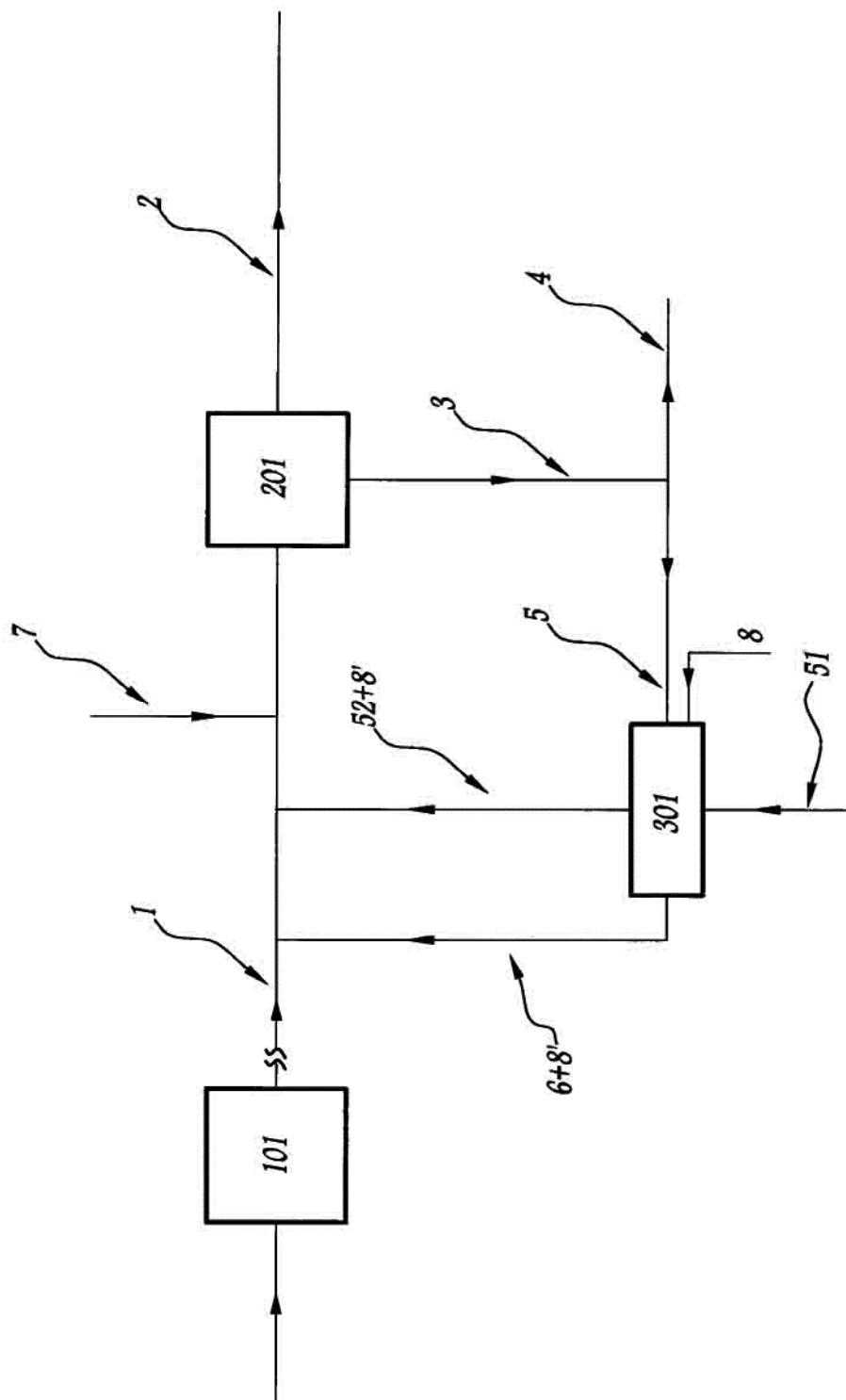


Fig.3