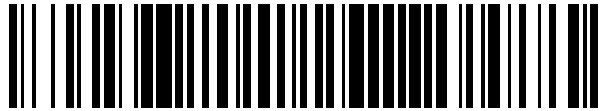


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 529 017**

51 Int. Cl.:

B01D 53/50 (2006.01)

B01D 53/68 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2012 E 12154599 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.12.2014 EP 2486970**

54 Título: **Procedimiento de depuración de humos de combustión que utiliza bicarbonato o sesquicarbonato de sodio**

30 Prioridad:

10.02.2011 FR 1151084

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

16.02.2015

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:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 529 017 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 depuración de humos de combustión que utiliza bicarbonato o sesquicarbonato de sodio.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de depuración de humos de combustión.

Numerosas actividades industriales generan óxidos de azufre, así como otros gases contaminantes que es preciso tratar. Se pueden citar los incineradores, los hornos cementeros o las refinerías de petróleo.

10 Para tratar estos gases ácidos, entre los que se encuentran principalmente los dióxidos de azufre (SO₂) y el ácido clorhídrico (HCl), se conocen múltiples procedimientos de uso comercial corriente.

15 En primer lugar, existen unos procedimientos húmedos, en los que los gases a depurar se ponen en contacto con un líquido de lavado que, por absorción, captará los contaminantes ácidos y los neutralizará. Diversas tecnologías están disponibles, desde las lavadoras que utilizan una pulverización en lluvia, hasta las lavadoras de tipo "columna de relleno", pasando por las lavadoras de plataformas. Si bien estos procedimientos son muy eficaces y producen comparativamente pocos residuos sólidos, son más bien caros en términos de inversión.

20 Después se encuentran los procedimientos secos, en los que un reactivo de neutralización, usualmente cal o bicarbonato de sodio, se inyecta en el gas a depurar y en los que el producto de la reacción, así como el exceso de reactivo, se recogen en un filtro de manga o un electrofiltro. Estos procedimientos, que requieren una mejor inversión, adolecen de unos costes de funcionamiento sustancialmente más elevados que los de los procedimientos húmedos, ya que se necesita un exceso de reactivo para una depuración minuciosa, lo que se traduce en mayores costes para este reactivo y sobre todo para el tratamiento y la eliminación de los residuos sólidos.

25 Se ha intentado mejorar esta situación con unos procedimientos semisecos en los que el reactivo se pone en contacto con los gases a depurar no en forma sólida, sino en forma de un líquido o de una pasta, habitualmente una lechada de cal. Al entrar en contacto con los gases calientes, el agua se evapora, dejando al final un residuo sólido de composición similar a la de los procedimientos secos que se recoge sobre un filtro o un electrofiltro. La cantidad de reactivo consumida es menor, así como la cantidad de residuos producidos. Este progreso se paga, a la vez, con una complejidad mayor, ya que es indispensable un reactor de atomización- evaporación, y con una recuperación energética menor, ya que hay que conservar los humos a una temperatura suficiente para la evaporación del líquido.

30 Por lo tanto, los procedimientos secos están favorecidos cuando se debe minimizar la inversión y cuando se busca una relación excelente entre los rendimientos y el coste. Principalmente se utilizan dos reactivos, si bien otros son posibles, a saber el bicarbonato de sodio (NaHCO₃) y la cal (Ca(OH)₂). Así, el documento EP-A-1 949 956, procedente del mismo solicitante que la presente invención, divulga un procedimiento de depuración de gases de combustión que comprende etapas según las cuales:

- 40 - se introducen en un filtro humos, que están mezclados con cal o con bicarbonato de sodio para neutralizar sus contaminantes ácidos y que presentan una temperatura comprendida entre 130°C y 180°C,
- 45 - se admite, en un reactor de acondicionamiento, entre 40 y 95% de los residuos sólidos procedentes del filtro, así como un gas de acondicionamiento, tal como aire seco o una mezcla de aire y vapor de agua, con un tiempo de paso comprendido entre 30 segundos y 8 minutos, y
- se reciclan hacia el filtro los sólidos procedentes del reactor de acondicionamiento, mezclándolos con los humos aguas arriba del filtro.

50 El documento EP A-1 716 910, procedente asimismo del mismo solicitante, divulga un procedimiento similar.

55 En estos procedimientos secos, el bicarbonato, más costoso que la cal, puede ser preferible ya que la cantidad de residuos que genera es menor. Para ser activo, el bicarbonato debe sin embargo ser molido e introducido en un flujo gaseoso suficientemente caliente para promover la reacción $2 \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ que, por explosión de los granos, proporcionará una gran superficie específica y asegurará la eficacia del procedimiento. De este modo hacen falta tres criterios para garantizar una buena utilización de este reactivo con fines de depuración de humos: una temperatura suficientemente elevada, preferentemente superior a 160°C, un tiempo de contacto suficiente (del orden del segundo) del bicarbonato con los humos, y un producto molido suficientemente fino. No obstante, operar a temperaturas elevadas adolece de dos inconvenientes: la recuperación del calor es limitada y, a menudo, se debe preocupar de la captación del mercurio que pueda estar presente, mediante adsorbentes minerales, como el carbón activo, que se inyectan al mismo tiempo que el bicarbonato. Sin embargo, las capacidades de captación de mercurio de estos productos se degradan rápidamente con la temperatura. Entonces es posible que se deba utilizar el bicarbonato a temperaturas moderadas o en condiciones poco favorables, con el efecto neto de una eficacia menor, que implique un ratio estequiométrico más elevado, lo cual no es satisfactorio económicamente.

65 El objetivo de la presente invención es mejorar los procedimientos secos de depuración existentes, para permitir la

utilización del bicarbonato o del sesquicarbonato de sodio como agente de depuración de humos de combustión, a temperaturas bajas y con una eficacia elevada.

5 Con este fin, la invención tiene por objeto un procedimiento de depuración de humos de combustión tal y como se define en la reivindicación 1.

10 La idea subyacente a la invención parte de la constatación de que, para poder ser utilizado de forma eficaz, el bicarbonato o el sesquicarbonato de sodio debe estar expuesto a una temperatura suficiente, de forma que se pueda producir la reacción de descomposición $2 \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. Los residuos que son recogidos por un
 15 filtro atravesado por una mezcla de humos a depurar y de bicarbonato o sesquicarbonato de sodio contienen de este modo una fracción de bicarbonato o de sesquicarbonato que no ha reaccionado. Una de las características de la invención es que estos residuos se someten a la acción del vapor de agua a una temperatura de por lo menos 200°C en un contactor gas-sólido, formando así un reactor de reactivación, que proporciona un tiempo de contacto de por lo menos 1 minuto para los sólidos y, preferentemente, un tiempo comprendido entre 2 y 5 minutos. Esta exposición,
 a una temperatura más elevada que aquella a la que han sido sometidos los sólidos durante su contacto con los humos a depurar y durante un tiempo mucho más largo que el tiempo durante el que han estado en contacto con los humos, tiene unas consecuencias muy beneficiosas sobre la utilización del bicarbonato o del sesquicarbonato y, por lo tanto, sobre el consumo o bien el ratio estequiométrico.

20 En primer lugar, se promueve la reacción de descomposición del bicarbonato o del sesquicarbonato aún presentes. Durante esta reacción los granos estallan, aumentando su superficie activa de manera importante. Se debe observar que una parte de este bicarbonato o sesquicarbonato que no ha reaccionado está situado en el núcleo de los granos y está rodeado de una capa de sales resultantes de la reacción de neutralización de los contaminantes ácidos, tales como el NaCl y Na_2SO_4 con grados de hidratación diversos, dicha capa de sales obstaculiza el acceso de los
 25 contaminantes al núcleo, en particular el dióxido de azufre y el ácido clorhídrico. Esta reacción, que tiene por efecto una explosión de los granos, contribuye a romper la capa externa de sales y a volver a exponer producto virgen en la superficie, restaurando una alta reactividad.

30 Por otra parte, la exposición al vapor de agua inducirá unas reacciones de hidratación en superficie. La formación de hidratos, cuyo volumen molar es más importante que el de la sal no hidratada, conduce también a modificar localmente la estructura cristalina, provocando también fallas en la corteza de sales que rodea el núcleo que todavía no ha reaccionado.

35 Además, un aumento de la humedad, incluso temporal, es favorable para la captación de los gases ácidos, que son el ácido clorhídrico y el dióxido de azufre.

40 Asimismo, la exposición al vapor de agua permitirá la difusión de este vapor de agua al interior de los poros de los granos sólidos. Al reintroducir los sólidos en el flujo gaseoso, la presión parcial de vapor de agua pasará bruscamente de, por ejemplo, aproximadamente 1 bar, particularmente en el caso de que la atmósfera gaseosa en el reactor esté constituida al 100% por vapor de agua, a aproximadamente 15 bar, particularmente en el caso habitual de que los humos a depurar contengan aproximadamente 15% de humedad. Esta liberación brutal tendrá por efecto provocar una ampliación de los poros, aumentando en la misma medida la reactividad de los granos.

45 Además, al reintroducir los sólidos reciclados en los humos se produce un enfriamiento rápido de los sólidos que vienen de estar expuestos al vapor de agua: localmente y temporalmente, debido a la presencia de sales higroscópicas, se creará una humedad importante en la superficie de los granos, induciendo unas condiciones muy favorables para la captación del ácido clorhídrico y del dióxido de azufre.

50 Unas características adicionales ventajosas del procedimiento de acuerdo con la invención, consideradas de forma aislada o según todas las combinaciones técnicamente posibles, se especifican en las reivindicaciones dependientes 2 a 9.

55 La invención se entenderá mejor después de la lectura de la descripción que sigue, proporcionada únicamente a título ilustrativo y haciendo referencia a la figura 1, que representa esquemáticamente una instalación de realización de un procedimiento de depuración de acuerdo con la invención.

60 En la figura 1, unos humos a depurar 1, que proceden de una unidad de combustión, tal como un incinerador de desechos o una central de producción de energía, y que contienen unos contaminantes ácidos como el dióxido de azufre y/o el ácido clorhídrico, se introducen en un filtro 101, después de ser mezclados con, a la vez, un flujo 8, detallado más adelante, y un flujo de reactivo de neutralización 2. El flujo 2 está formado por bicarbonato de sodio o sesquicarbonato de sodio, denominado de otra manera "Trona".

65 La mezcla de los humos a tratar 1 y los flujos 2 y 8 presenta una temperatura comprendida entre 130°C y 180°C cuando esta mezcla entra en el filtro 101. Según una de las características de la invención, el filtro 101 opera a una temperatura comprendida entre 130°C y 180°C, preferentemente entre 130°C y 160°C. En la práctica, este filtro 101 es de una tecnología de por sí conocida. Por ejemplo, este filtro es un filtro de mangas o un electrofiltro.

5 A la salida del filtro 101, se recuperan por un lado los humos depurados 3, que se evacuan ya sea a través de una chimenea o bien hacia un tratamiento complementario no objeto de la invención, y por otro lado los sólidos 4. Una parte 5 de los residuos sólidos recogidos 4 se evacua constituyendo la salida neta de los residuos de la instalación, mientras que se conduce hasta un reactor 201 la parte restante 6, que representa entre 30 y 95% del caudal total de los residuos 4.

10 De acuerdo con la invención, se introduce asimismo en el reactor 201 un flujo 7 de vapor de agua, que presenta una temperatura comprendida entre 200°C y 450°C. Ventajosamente, este vapor de agua puede estar sobrecalentado.

15 El reactor 201, que es de una tecnología de por sí conocida, está previsto para, según una de las características de la invención, poner en contacto los residuos sólidos 6 con el vapor de agua 7 durante por lo menos un minuto, preferentemente durante un tiempo comprendido entre 2 y 5 minutos. Por lo tanto, mediante la alimentación del reactor 201 con un vapor de agua 7 en una cantidad comprendida entre 100 y 500 kilogramos por tonelada de residuos sólidos 6, el bicarbonato o el sesquicarbonato, que aún no han reaccionado con los contaminantes ácidos de los humos 1 antes de ser recuperados en los residuos sólidos 4, se reactiva como se ha explicado en detalle más arriba.

20 En la práctica, el reactor de reactivación 201 está constituido, por ejemplo, por un tornillo sinfín provisto de medios para la introducción del vapor de agua 7. Otras tecnologías son posibles para el reactor de reactivación.

Los residuos sólidos que salen del reactor 201 y que contienen el bicarbonato o el sesquicarbonato reactivado constituyen el flujo 8 citado anteriormente y son reciclados hacia el filtro 101.

25 A título de variante opcional, complementando o bien como reemplazo total del bicarbonato fresco o sesquicarbonato fresco introducido directamente en los humos 1 por el flujo 2, se admite un flujo 2' de bicarbonato fresco o sesquicarbonato fresco en el reactor 201 y se mezcla así con los sólidos reciclados 8 reenviados a los humos 1, aguas arriba del filtro 101.

30

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de depuración de humos de combustión, que comprende unas etapas según las cuales:

- 5 - se introducen en un filtro (101) unos humos (1), que están mezclados con bicarbonato de sodio o con sesquicarbonato de sodio (2; 2'; 2, 2') para neutralizar sus contaminantes ácidos, y que presentan una temperatura comprendida entre 130°C y 180°C,
- 10 - se admite en un reactor de reactivación (201):
- una fracción (6) de los residuos sólidos (4) procedentes del filtro (101), estando esta fracción comprendida entre 30% y 95% del caudal total de los residuos sólidos procedentes del filtro, y
- 15 · vapor de agua (7), que presenta una temperatura comprendida entre 200°C y 450°C y cuya cantidad está comprendida entre 100 y 500 kilogramos por tonelada de dicha fracción de residuos sólidos (6),
- siendo los residuos sólidos puestos en contacto con el vapor de agua por el reactor de reactivación durante por lo menos un minuto, y
- 20 - se reciclan hacia el filtro (101) los sólidos (8) procedentes del reactor de reactivación (201), mezclándolos con los humos (1) aguas arriba del filtro.

25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que se introduce bicarbonato de sodio fresco o sesquicarbonato de sodio fresco (2) directamente en los humos (1) aguas arriba del filtro (101).

 3. Procedimiento según una de la reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que se admite bicarbonato de sodio fresco o sesquicarbonato de sodio fresco (2') en el reactor de reactivación (201) y se envía hasta los humos (1) con los sólidos reciclados (8) procedentes del reactor de activación.

30 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los humos (1) introducidos en el filtro (101) presentan una temperatura comprendida entre 130°C y 160°C.

 5. Procedimiento según una de la reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los residuos sólidos (6) son puestos en contacto con el vapor de agua (7) por el reactor de reactivación (201) durante un tiempo comprendido entre 2 y 5 minutos.

35 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se hace funcionar el filtro (101) a una temperatura comprendida entre 130°C y 180°C, preferentemente entre 130°C y 160°C.

40 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el vapor de agua (7) admitido en el reactor de reactivación (201) está sobrecalentado.

 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el reactor de reactivación (201) es un tornillo sinfín o un doble tornillo sinfín, que está provisto de medios de introducción del vapor de agua.

45 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el filtro (101) es un filtro de mangas o un electrofiltro.

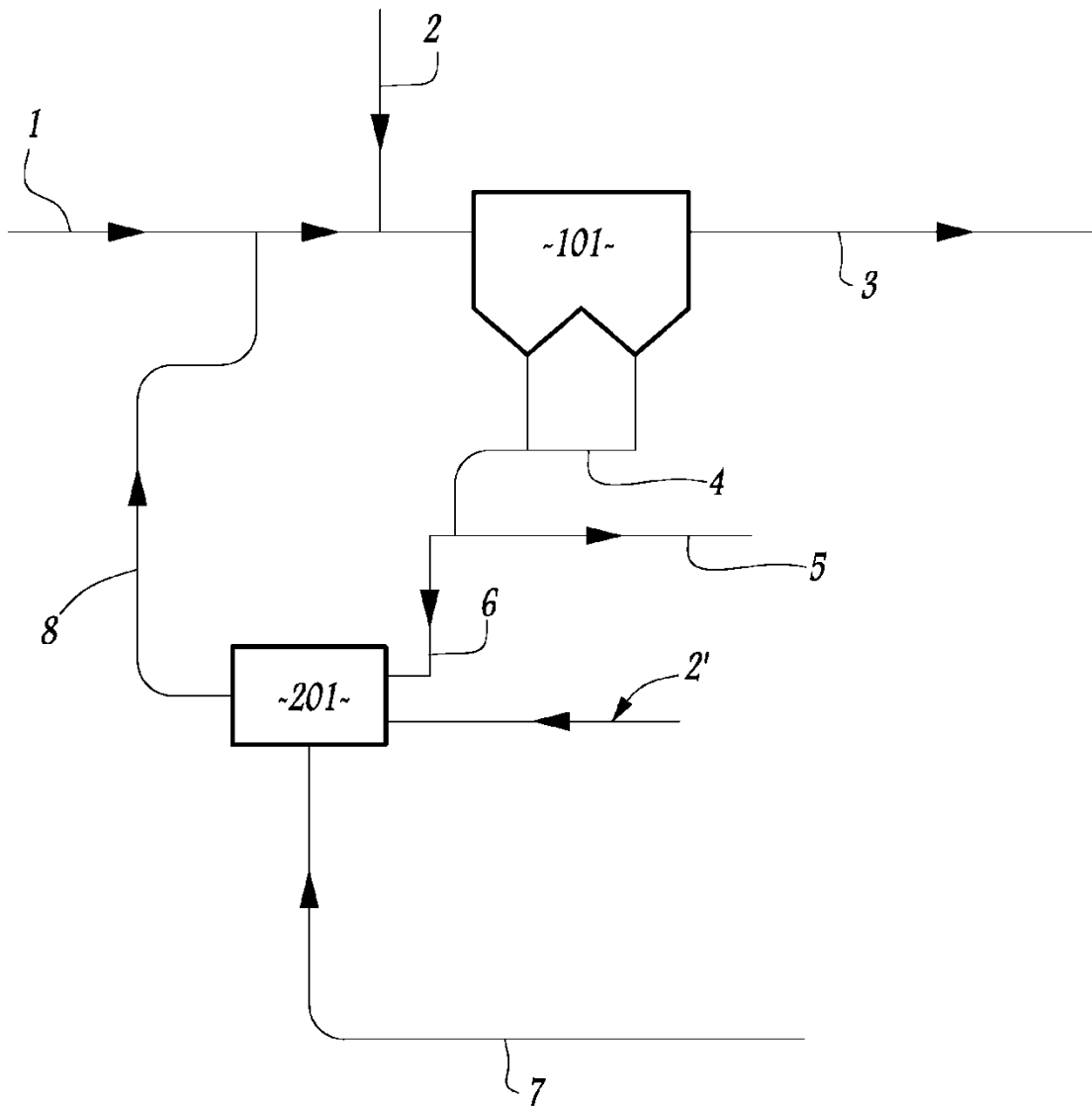


Fig. 1