

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 776**

51 Int. Cl.:

**B01D 53/83** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2012** E 12004241 (1)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018** EP 2671626

54 Título: **Procedimiento para limpiar los gases de escape de la incineración de basura, con un reciclaje de un sorbente que comprende un intercambiador de calor para refrigerar el sorbente**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.03.2019**

73 Titular/es:

**HITACHI ZOSEN INOVA AG (100.0%)**  
Hardturmstrasse 127  
8005 Zürich, CH

72 Inventor/es:

**FREY, RUEDI;**  
**HALTER, ROLAND;**  
**SCHNEIDER, ADRIAN y**  
**WYSS, ROLAND**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**Observaciones:**

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 703 776 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para limpiar los gases de escape de la incineración de basura, con un reciclaje de un sorbente que comprende un intercambiador de calor para refrigerar el sorbente

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para limpiar gases de escape conforme al preámbulo de la reivindicación 1.

10 Durante la incineración de residuos, como por ejemplo basura, residuos industriales y lodo activado, se producen unos gases de escape que están contaminados con sustancias nocivas para el medio ambiente. Estas sustancias nocivas tienen que extraerse en gran medida de los gases de escape, antes de que estos últimos puedan liberarse en la atmósfera. A este respecto los gases de escape, por un lado, tienen que limpiarse de las sustancias sólidas o las partículas de polvo arrastradas en el gas de escape y, por otro lado, es necesario extraer del gas de escape las sustancias nocivas gaseosas como HCl, HF, SO<sub>2</sub>, óxidos azoicos y dioxinas.

Las partículas de sustancias sólidas o de polvo arrastradas en el gas de escape se precipitan habitualmente en ciclones, filtros electrónicos, filtros textiles o depuradores. Para separar las sustancias nocivas gaseosas se emplean procedimientos de limpieza secos, semisecos y húmedos.

15 Un procedimiento seco o semisecho para precipitar sustancias nocivas procedentes de gases de escape se describe por ejemplo en el documento DE-A-32 35 559. Para la sorción seca o semiseca normalmente un medio de sorción se lleva a hacer contacto en un reactor con el gas de escape cargado con las sustancias nocivas, en donde las sustancias nocivas se absorben en el medio de sorción. Según se observa aguas abajo, en el sentido de circulación de los gases de escape, al reactor está asociado un separador de sustancias sólidas, en el que las sustancias  
20 sólidas arrastradas en el gas de escape y con ello también el medio de sorción cargado con sustancias nocivas se precipitan al menos en parte.

Como medios de sorción se añaden en los procedimientos anteriores con frecuencia medios alcalinos que contiene calcio – como por ejemplo hidrato calcáreo (hidróxido de calcio, Ca(OH)<sub>2</sub>, cal viva (óxido de calcio, CaO) o carbonato cálcico (CaCO<sub>3</sub>), que reaccionan junto con las sustancias nocivas contenidas en el gas de escape, con frecuencia  
25 ácidas, como por ejemplo HCl.

Como inconvenientes de los procedimientos secos o semisecos se citan en el estado de la técnica con frecuencia un consumo de aditivos relativamente alto o/y una potencia de precipitación relativamente reducida. Conforme al documento DE-A-4 233 223 la causa de ello sería una humedad excesivamente escasa en el gas de escape y en el producto reactivo, que para la separación es decisiva en el proceso. De este modo, por ejemplo, la sorción de  
30 sustancias dañinas ácidas como HCl, HF, SO<sub>2</sub> y SO<sub>3</sub> depende del contenido de agua en el gas de escape.

Para evitar los inconvenientes anteriores se humedece el medio de sorción seco que ha reaccionado parcialmente, por ejemplo conforme al documento EP-B-0 104 335, con la corriente de gas de escape en otra etapa mediante la inyección de agua, para reactivar el medio de sorción.

35 Asimismo se conoce por ejemplo del documento DE-A3 915 934 que la potencia de precipitación, en especial para sustancias nocivas ácidas en el gas de escape, puede mejorarse bajando la temperatura de funcionamiento a menos de 170 °C.

40 En el documento EP-A-0 694 328 se describe además un procedimiento en el que el gas de escape, antes de entrar en el reactor o en el reactor, se enfría hasta una temperatura de 70 °C a 180 °C mediante su mezcla con agua, ya que a estas temperaturas se consigue una amplia sorción de sustancias nocivas con una pequeña cantidad de medio de sorción.

45 Sin embargo, en este procedimiento existe el inconveniente de que mediante la inyección de agua, precisamente en el caso de unos productos reactivos muy higroscópicos como CaCl<sub>2</sub>, puede llegarse fácilmente a una humectación excesiva o a un encharcamiento de las sustancias sólidas arrastradas en el gas de escape. El CaCl<sub>2</sub> se produce con frecuencia durante la reacción de HCl con los medios de sorción alcalinos que contiene calcio antes citados, como Ca(OH)<sub>2</sub>, y a causa de su higroscopicidad favorece una formación de aglomerados de las sustancias sólidas y una indeseada adherencia de los mismos en las paredes del reactor y/o de las instalaciones para inyectar el agua.

Como se ha explicado por ejemplo en el documento DE-C-4 333 481, una humectación excesiva y una formación de aglomerados de este tipo de las sustancias sólidas pueden conducir a unas obstrucciones en el recorrido del gas de escape y con ello a un perjuicio masivo para la seguridad de funcionamiento de la instalación.

50 En el documento DE-C1-3 628 108 se describe un procedimiento para extraer HF, HCl, SO<sub>2</sub> y SO<sub>3</sub> de los gases de combustión, en donde al gas de combustión se añaden, antes de la precipitación, aditivos como p.ej. hidróxido de calcio. Antes de añadirse al gas de combustión, los aditivos se enfrían mediante un intercambiador de calor indirectamente hasta la temperatura del punto de rocío del agua, de tal manera que el vapor de agua que rodea las partículas de aditivo se condensan provisionalmente y humedezca las partículas de aditivo. El gas de combustión se  
55 alimenta de este modo al separador con una temperatura de aprox. 200 °C. A causa del enfriamiento de los aditivos

por debajo de la temperatura del punto de rocío del agua, sin embargo, existe también aquí un mayor riesgo de una humectación excesiva.

5 La tarea de la presente invención consiste de esta forma en poner a disposición un procedimiento sencillo para limpiar los gases de escape, con el que pueda optimizarse el aprovechamiento y el consumo del medio de sorción sin perjudicar la seguridad de funcionamiento.

Esta tarea es resuelta mediante un procedimiento para limpiar los gases de escape mediante un procedimiento de sorción conforme a la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se definen unas formas de realización preferidas de la invención.

10 La presente invención se refiere a un procedimiento para limpiar los gases de escape mediante un procedimiento de sorción y se emplea, conforme a la invención, para limpiar los gases de escape procedentes de una instalación de incineración de basura.

15 Conforme a la invención los gases de escape se introducen en un reactor y se llevan a hacer contacto con un medio de sorción a base de compuestos alcalinos o alcalinotérreos básicos para la sorción de sustancias nocivas. Después de esto se conducen los gases de escape hasta un separador de sustancias sólidas, asociado aguas abajo al reactor en el sentido de circulación de los gases de escape, en donde se precipitan desde el gas de escape unas partículas sólidas a una temperatura de 130 °C a 150 °C. Las partículas sólidas precipitadas se reenvían después al menos en parte al reactor.

20 El término partículas sólidas abarca con relación a esto tanto el medio de sorción como todas las otras sustancias sólidas arrastradas en el gas de escape, como p.ej. también partículas de combustible y cenizas volantes, que son arrastradas desde la parte de combustión de la instalación de incineración de basura. El término abarca en especial también unos medios de adsorción sobre base mineral o carbónica, como p.ej. carbón activo, coque activo y ceolitas, que presentan una gran superficie interior.

25 Conforme a la presente invención se refrigera ahora al menos una parte de las partículas sólidas a reenviar al reactor antes de su reenvío, por medio de que se transmite energía calorífica desde las partículas sólidas, a través de una superficie sólida de al menos un elemento del intercambiador de calor, a un medio refrigerante fluido situado en el elemento del intercambiador de calor. De forma preferida se trata a este respecto de un medio refrigerante que circula en el elemento del intercambiador de calor.

30 En el sentido de la presente invención, esto significa que la energía calorífica se transmite desde un medio A (las partículas sólidas) a una temperatura mayor a través de una superficie sólida de un elemento del intercambiador de calor, es decir indirectamente, a un medio B (el medio refrigerante) con una temperatura menor. Por medio de que la transmisión de calor tiene lugar conforme a la invención a través de una superficie sólida, las partículas sólidas no entran en contacto directo con el medio refrigerante durante el proceso de refrigeración. De este modo puede evitarse a su vez una aglomeración de las partículas sólidas y/o una reacción de las partículas sólidas con el medio refrigerante. Asimismo el procedimiento conforme a la invención permite un transporte de las partículas sólidas mediante una corriente de aire o gaseosa, mientras que el medio refrigerante puede presentarse en una fase gaseosa o líquida.

35 Mediante la realimentación conforme a la invención de las partículas sólidas refrigeradas al reactor, las partículas sólidas refrigeradas entran en contacto con el gas de escape caliente, lo que tiene como consecuencia un descenso de temperatura del gas de escape. Al salir de la caldera, los gases de escape en el reactor presentan habitualmente una temperatura de aprox. 170 °C. Mediante el procedimiento conforme a la invención puede obtenerse ahora un enfriamiento de aprox. 20 °C a 60 °C. En total puede reducirse la temperatura en el reactor y/o en el separador de sustancias sólidas a través de la realimentación de las partículas sólidas refrigeradas, lo que mejora a su vez, como se describe por ejemplo en el documento DE-A-3 915 934, la precipitación de las sustancias nocivas en el medio de sorción.

45 Sorprendentemente se ha descubierto que la superficie de las partículas sólidas refrigeradas, y en especial del medio de sorción, al sumergirse en la corriente caliente del gas de escape sufre una reactivación. Esto se produce en especial cuando se usa un medio de sorción como el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , que reacciona con las sustancias nocivas para formar unos productos reactivos excesivamente higroscópicos, como el  $\text{CaCl}_2$ . Se supone que la reactivación se produce a causa de la formación de una película de condensación sobre la superficie de sustancia sólida, lo que resulta en una clara mejora de la potencia de precipitación.

50 La invención hace con ello posible que los gases de escape se enfríen sin inyectar agua a una temperatura óptima para la precipitación de sustancias nocivas así como que se reactiven los medios de sorción que circulen en el gas de escape. Esto conduce a que se consiga una óptima capacidad de sorción del medio de sorción y, de esta manera, pueda minimizarse también el consumo de medios de sorción.

55 En especial en el procedimiento conforme a la invención se prescinde de esta forma de una inyección de agua. Al prescindir de una inyección de agua puede reducirse además claramente el riesgo de una humectación excesiva de las sustancias sólidas o de una formación de adherencias, lo que a su vez contribuye a una mayor seguridad de

funcionamiento. En resumen, el procedimiento conforme a la invención hace posible de este modo una limpieza especialmente económica, ecológica y segura de los gases de escape.

5 En el procedimiento conforme a la invención la precipitación de las partículas sólidas en el separador de sustancias sólidas se realiza a 130 °C a 150 °C, de forma especialmente preferida aprox. a 140 °C. El separador de sustancias sólidas comprende de forma preferida un filtro de tejido, en el que se realiza la precipitación de sustancias sólidas. Precisamente en este margen de temperaturas la precipitación de sustancias sólidas y la sorción de sustancias nocivas se producen de forma especialmente eficiente y el consumo de medios de sorción puede reducirse de este modo claramente. En lugar de un filtro de tejido pueden usarse también otros separadores filtrantes p.ej. con materiales filtrantes cerámicos, separadores electrostáticos o separadores por fuerza de la gravedad o fuerza  
10 centrífuga (ciclones).

Conforme a una forma de realización preferida del procedimiento conforme a la invención, la refrigeración de las partículas sólidas se realiza en un enfriador de lecho fluidizado, en donde las partículas sólidas se fluidizan mediante aire o gas puro, respectivamente se mantienen en suspensión. Estos refrigeradores de lecho fluidizado son conocidos por el técnico. Son especialmente ventajosos, ya que mediante el aire de fluidización también se obtiene  
15 un barrido de las partículas sólidas, por medio de que los gases de escape (eventualmente húmedos) se desalojan y de esta forma puede evitarse un contacto directo del gas de escape con los elementos del intercambiador de calor.

Los elementos del intercambiador de calor disponibles conforme a la invención pueden presentarse por ejemplo en forma de haces cilíndricos o serpentines de tubería en los que está disponible y de forma preferida circula un medio refrigerante. En los elementos del intercambiador de calor se transmite calor al medio refrigerante desde las  
20 partículas sólidas calientes a través de la superficie sólida de los elementos del intercambiador de calor, por ejemplo de los haces tubulares. El enfriador puede dividirse además mediante al menos una pared de separación en dos o más segmentos de enfriador, de tal manera que las partículas sólidas cubran desde la entrada del enfriador hasta la salida, según el principio del sifón, un recorrido lo más largo posible. De forma preferida en cada cámara está dispuesto un elemento del intercambiador de calor, por ejemplo un haz de tubos. De forma especialmente preferida,  
25 los mismos están conectados entre ellos de forma fluidica.

También es concebible que se usen otros enfriadores conocidos. Se conocen por ejemplo enfriadores de tornillo sin fin, en los que el medio refrigerante se guía mediante un tornillo sin fin de transporte que forma el elemento del intercambiador de calor y/o mediante una pared exterior. Alternativa o adicionalmente son concebibles también otras formas constructivas conocidas para enfriadores de productos a granel.

30 Para hacer posible una refrigeración lo más eficiente posible, las partículas sólidas a refrigerar se guían de forma preferida en contra del sentido de circulación del medio refrigerante, es decir, según el principio de la contracorriente.

El procedimiento conforme a la invención permite además que la energía calorífica transmitida al medio refrigerante pueda transmitirse a su vez a otro medio y, de esta manera, pueda seguir aprovechándose. Con relación a esto es concebible que la energía calorífica se use por ejemplo para calentar un retroceso de agua para calefacción a  
35 distancia.

Para configurar el procedimiento conforme a la invención de una forma energéticamente especialmente eficiente, como medio refrigerante se usa de forma preferida agua condensada procedente del circuito de vapor de agua conocido por el técnico en las instalaciones de incineración de basura convencionales.

40 Como se ha descrito antes, en el procedimiento conforme a la invención las partículas sólidas precipitadas se realimentan al menos en parte al reactor. La cantidad de partículas sólidas a realimentar al reactor se ajusta a este respecto de forma preferida a través de un órgano regulador, como por ejemplo un distribuidor, una esclusa de rueda celular, etc.

45 Conforme a una forma de realización preferida se extraen directamente del enfriador, mediante un canal de extracción, las partículas sólidas precipitadas y que no deben realimentarse.

Conforme a una forma de realización especialmente preferida de la invención se ajusta la temperatura en el reactor y/o en el separador de sustancias sólidas a través de la cantidad de partículas sólidas a realimentar y/o a través de su temperatura. Esto puede materializarse a través del órgano regulador citado anteriormente y a través de una regulación del caudal del medio refrigerante.

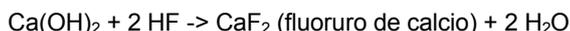
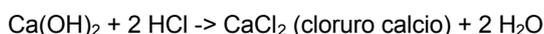
50 Adicionalmente a las partículas sólidas realimentadas, en el reactor se introduce también de forma preferida un medio de sorción fresco. A este respecto es especialmente preferido que la cantidad de medio de sorción fresco realimentado se regule en función de la concentración de al menos una sustancia nociva en el gas de escape limpio y/o no limpio.

55 Alternativamente es preferible que la cantidad de medio de sorción fresco se regule también en función de la concentración de al menos un componente en las partículas sólidas precipitadas. De este modo se tiene en cuenta, a la hora de regular la alimentación de medio de sorción fresco, la capacidad de resorción de la sustancia sólida

realimentada. Esto permite una determinación exacta de la cantidad realmente necesaria de medio de sorción fresco y con ello un aprovechamiento óptimo del medio de sorción. Normalmente se usa para ello un dispositivo de análisis, en especial un espectrómetro FT-NIR. Con relación a esto se hace referencia a la solicitud de patente europea nº 08000447, cuyo contenido se asume aquí haciendo referencia a la misma. Para el

5 procedimiento de la presente invención se usa un medio de sorción sobre la base de compuestos alcalinos o alcalinotérreos y de forma preferida una mezcla entre medios de sorción química y de adsorción. La citada mezcla comprende de forma especialmente preferida un medio de sorción química sobre la base de compuestos básicos alcalinos o alcalinotérreos, para neutralizar las sustancias nocivas ácidas en el gas de escape, así como un medio de adsorción sobre una base mineral y/o carbónica para enlazar metales pesados como mercurio y sustancias  
10 orgánicas, p.ej. dioxinas o furanos, que normalmente se presentan en trazas. El medio de sorción química y el medio de adsorción pueden alimentarse por separado o también como una mezcla comercial (p.ej. Sorbaliit® de la empresa Märker).

El hidrato calcáreo  $\text{Ca(OH)}_2$  es especialmente preferido como medio de sorción para la neutralización a causa de su especialmente elevada capacidad de sorción y de su ventajoso precio. El mismo presenta normalmente una pureza  
15 > 92 % así como una superficie específica dentro de un margen de 15 m<sup>2</sup>/g y reacciona con las sustancias nocivas  $\text{SO}_2$ , HCl y HF, conforme a las ecuaciones de reacción para las sales correspondientes:



20 La temperatura para la precipitación de sustancias nocivas está situada a este respecto, conforme a la invención, aprox. en 130 °C a 150 °C, de forma especialmente preferida aprox. en 140 °C.

Conforme a la invención puede usarse un medio de sorción aislado o una mezcla de diferentes medios de sorción.

Además del procedimiento descrito, la presente solicitud describe también una instalación de limpieza de los gases de escape para limpiar los gases de escape mediante el procedimiento descrito anteriormente.

25 La instalación de limpieza de los gases de escape citada comprende un reactor, el cual desemboca en un separador de sustancias sólidas para precipitar partículas sólidas. La instalación de limpieza de los gases de escape comprende además un enfriador para refrigerar las partículas sólidas precipitadas a realimentar así como unos medios para la realimentación regulada de partículas sólidas refrigeradas al reactor.

El reactor de una instalación de limpieza de los gases de escape de este tipo es de forma referida un reactor de lecho fluidizado o un reactor de corriente aérea, ya que los mismos hacen posible una mezcla óptima de gases de escape y medios de sorción y, de este modo, mejoran la sorción de sustancias nocivas residuales procedentes de los gases de escape.

En el caso de un reactor de lecho fluidizado, el medio de sorción se presenta en un lecho fluidizado circulante (también llamado "lecho de turbulencia circulante"), el cual se logra por medio de que las partículas sólidas  
35 contenidas en el gas de escape, incluyendo el medio de sorción alimentado, se pasan a un estado fluido mediante la circulación ascendente del gas de escape.

Debido a que en el procedimiento conforme a la invención puede prescindirse de una inyección de agua en el reactor, es especialmente preferida el uso de un reactor de corriente aérea ya que en el mismo, a diferencia de un reactor de lecho fluidizado, la regulación en especial del medio de sorción a alimentar se conforma de forma  
40 bastante más sencilla. En el caso de usarse un reactor de corriente aérea la velocidad del gas de escape es de forma preferida de entre 12 y 15 m/s.

Como se ha explicado antes al reactor, según se observa en el sentido de circulación de los gases de escape, puede estar asociado aguas abajo un separador de sustancias sólidas. El mismo comprende de forma preferida un filtro de tejido, en el que se precipitan sustancias sólidas arrastradas en el gas de escape y el medio de sorción  
45 cargado con sustancias nocivas. En lugar de un filtro de tejido son también concebibles a este respecto otro separadores filtrantes, p.ej. con materiales filtrantes cerámicos, separadores electrostáticos o separados por fuerza de la gravedad o fuerza centrífuga (ciclones).

Conforme a una forma de realización preferida de la instalación de limpieza de los gases de escape conforme a la invención, el enfriador comprende un enfriador de lecho fluidizado, en el que se realiza la refrigeración de las sustancias sólidas precipitadas a realimentar. Normalmente en el enfriador de lecho fluidizado está dispuesto un canal de evacuación, el cual está dispuesto de forma preferida en el punto más bajo del enfriador de lecho fluidizado. Esto permite evacuar desde el enfriador de lecho fluidizado las partículas sólidas ya aglomeradas y por lo tanto sedimentadas.

Es especialmente preferido que el enfriador esté dividido, mediante al menos una pared de separación continua, en varios segmentos de enfriador conectados de forma fluidica. De este modo las partículas sólidas pueden guiarse según el principio de contracorriente a lo largo de los tubos de refrigeración, lo que es óptimo en el sentido de un enfriamiento y de una recuperación de calor.

- 5 La invención y las ventajas obtenidas mediante la misma se explican con más detalle basándose en el siguiente ejemplo concreto de una instalación de incineración de basura así como de la figura adjunta.

### **Ejemplo**

10 Una instalación de incineración de basura con un caudal de basura de 16 t/h produce habitualmente unos 82.000 m<sup>3</sup>N/h de gas de escape, que a la salida de la caldera presenta en el reactor una temperatura de aprox. 170 °C. Al reactor está asociado aguas abajo un separador de sustancias sólidas, que comprende una o varias cámaras y en el que se precipitan 62 t/h de partículas sólidas a una temperatura de aprox. 140 °C. El gas de escape limpio se transporta desde el separador de sustancias sólidas habitualmente con un ventilador de tiro por aspiración.

15 Al menos una parte de las partículas sólidas precipitadas se refrigera en un enfriador de lecho fluidizado, en el que las partículas sólidas se mantienen suspendidas mediante el aire de fluidización. Una inyección de aire de fluidización, habitualmente sobre el suelo del enfriador de lecho fluidizado, produce que se forme un lecho compuesto de partículas sólidas, el cual se comporta como un fluido. En este enfriador de lecho fluidizado están dispuestos unos serpentines de tubería, en los que circula un medio refrigerante. El enfriamiento de las partículas sólidas a realimentar se realiza indirectamente mediante transmisión calorífica de las partículas sólidas, a través de la superficie sólida de los serpentines de tubería, al medio refrigerante que circula en los serpentines de tubería. Las partículas sólidas son guiadas a este respecto en contracorriente respecto al medio refrigerante, para conseguir un enfriamiento máximo de las partículas sólidas. El enfriador de lecho fluidizado está equipado con varias paredes de separación no continuas, con lo que el tramo recorrido por las partículas sólidas desde la entra hasta la salida se alarga según el principio de sifón. De esta manera las partículas sólidas a realimentar se enfrían desde una temperatura de aprox. 140 °C hasta aprox. 84 °C, antes de que se realimenten al reactor, en donde enfrían el gas de escape en el reactor de aprox. 170 °C a aprox. 140 °C. El enfriamiento en el enfriador de lecho fluidizado se corresponde con una potencia calorífica de 945 kW y puede usarse para calentar el agua condensada. De este modo puede mejorarse el equilibrio térmico total de la instalación aprox. en un 2,2 % con una potencia térmica total de unos 43 MW.

La invención se ilustra ulteriormente basándose en la figura. Aquí muestra de forma puramente esquemática:

30 la fig. 1 una instalación de limpieza de los gases de escape para llevar a cabo el procedimiento conforme a la invención.

Como se muestra en la fig. 1, la instalación de limpieza de los gases de escape comprende un reactor 1, un separador de sustancias sólidas 2 que comprende uno o varios filtros de tejido 19', y un enfriador 3.

35 Los gases de escape 5 que se han formado durante la incineración de basura se introducen en el reactor 1 a través de una entrada 6 situada en el extremo inferior del reactor 1. La temperatura de los gases de escape comporta a este respecto normalmente unos 200 °C. El reactor 1 presenta aguas debajo de la entrada de gases de escape 6 una acometida 7 para medio de sorción fresco 8. En la parte inferior del reactor 1 está prevista además una abertura de entrada de sustancias sólidas 9 para las partículas sólidas a realimentar. En la zona de entrada 10 del reactor se entremezclan gases de escape 5, medios de sorción 8 y partículas sólidas realimentadas.

40 En el caso de un reactor de lecho fluidizado, el medio de sorción es arrastrado por el gas de escape que afluye al reactor de lecho fluidizado y forma, con las partículas de combustible arrastradas en la corriente de gas de escape procedente de la incineración de basura y las cenizas volantes, una capa fluidizada circulatoria (no mostrada).

45 En el extremo del lado de salida, el reactor 1 presenta una abertura 11 que desemboca en un canal de conexión 14 que, aguas abajo, conduce al separador de sustancias sólidas 2 asociado al reactor 1. A través de este canal de conexión 14 se introducen los gases de escape 13, junto con las partículas sólidas arrastradas desde el reactor 1, a través de una entrada 15 en el separador de sustancias sólidas 2.

50 El separador de sustancias sólidas 2 está conformado fundamentalmente en forma de un cilindro hueco el cual, en la zona superior, presenta un sistema de filtrado 19 para precipitar las partículas sólidas arrastradas en la corriente de gases de escape 13 y se estrecha en forma de tolva en el lado de salida. Por encima del sistema de filtrado 19, el separador de sustancias sólidas 2 presenta además una salida de limpieza 16 para la emisión del gas de escape limpio (gas puro) 17. El separador de sustancias sólidas 2 se compone de una o varias cámaras 19', en las que la corriente de gases de escape cargada con sustancias sólidas circula hacia arriba desde abajo o lateralmente a través de unos tubos flexibles de filtrado incorporados y el gas puro 17 así obtenido se emite a través de las salida de gas puro 16. Las partículas sólidas precipitadas se sedimentan sobre el suelo que discurre oblicuamente hacia abajo del separador de sustancias sólidas 2 y fluyen en un canal 20.

El canal 20 desemboca en el enfriador 3, en cuyo interior están dispuestos unos elementos del intercambiador de

calor 23 en forma de haces de tubos 23', en los que circula un medio refrigerante fluido 25. El medio refrigerante 25 se introduce a través de una entrada de medio refrigerante 26 que conduce hasta el enfriador 3, se transporta a través de los haces de tubos 23' y se evacua desde el enfriador 3 a través de una salida de medio refrigerante 27. El enfriador 3 mostrado se divide a través de una pared de separación 24 no continua en dos segmentos de enfriador 3a, 3b conectados de forma fluidica; la línea a trazos indica a este respecto la posición del suelo de fluidización en el enfriador 3. Los elementos del intercambiador de calor 22 están conformados y dispuestos de tal manera, que poseen una superficie lo más grande posible para el intercambio de calor, respectivamente llenan una parte lo más grande posible del espacio de los segmentos del enfriador 3a, 3b (lo que se indica mediante una representación en zigzag). Las partículas sólidas introducidas a través del canal 20 en el enfriador 3 se refrigeran, por medio de que se transmite al medio refrigerante 25 energía calorífica de las partículas sólidas a través de la superficie sólida de los elementos del intercambiador de calor 23. En concreto se transportan las partículas sólidas en el enfriador 3 en contra del sentido de circulación del medio refrigerante 25, es decir según el principio de contracorriente, mecánica o gravimétricamente (no mostrado), de tal manera que se produce un movimiento relativo de las partículas sólidas con relación a la superficie de los elementos del intercambiador de calor 23. A través de un canal de realimentación 29 se realimentan las partículas sólidas al reactor 1 desde el enfriador 3, a través de la abertura de entrada de sustancias sólidas 9. El canal de realimentación 29 presenta un órgano regulador 30, a través del cual puede ajustarse la cantidad de las partículas sólidas realimentadas al reactor 1 y su temperatura. Desde el enfriador 3 se deriva asimismo un canal de evacuación 31, el cual posee una instalación de transporte (no mostrada) para evacuar sustancias sólidas. En el canal de evacuación 31 o alternativamente en el canal de realimentación 29 (indicado con líneas a trazos) está dispuesto un dispositivo de análisis 32 para determinar la concentración de al menos un componente de las sustancias sólidas recirculadas o evacuadas. En concreto pueden analizarse de esta manera las sustancias sólidas evacuadas a través del canal de evacuación o realimentadas a través del canal de realimentación 29 con ayuda del dispositivo de análisis 32 en cuanto a su composición, en especial en cuanto a la concentración de medio de sorción no consumido o de sustancias nocivas ya precipitadas como el cloruro.

Conforme a una forma de realización no mostrada, el dispositivo de análisis 32 para determinar la concentración de al menos una parte de las sustancias nocivas en el gas de escape y/o en el gas puro también puede estar dispuesto en el canal de conexión 14, respectivamente en la salida de gas puro 16.

Según el valor obtenido durante la determinación la alimentación de medio de sorción fresco 8 se aumenta, reduce o mantiene constante.

30

## REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para limpiar los gases de escape de la incineración de basura mediante un procedimiento de sorción, en el que los gases de escape (5) se introducen en un reactor (1) y se ponen en contacto con un compuesto básico alcalino o alcalinotérreo como medio de sorción (8) para la sorción de sustancias nocivas, en un separador de sustancias sólidas (2) asociado aguas abajo al reactor (1) en el sentido de circulación de los gases de escape (5, 13) se precipitan unas partículas sólidas desde el gas de escape (5, 13) y las partículas sólidas precipitadas se reenvían después al menos en parte al reactor (1), en donde se refrigera al menos una parte de las partículas sólidas a reenviar al reactor (1) antes de su reenvío, transmitiendo energía calorífica desde las partículas sólidas, a través de una superficie sólida de al menos un elemento del intercambiador de calor (23), a un medio refrigerante fluido (25) situado en el elemento del intercambiador de calor (23), **caracterizado porque** la precipitación de las partículas sólidas en el separador de sustancias sólidas (2) se realiza a 130 °C a 150 °C.
- 2.- Procedimiento conforme a la reivindicación 1, **caracterizado porque** adicionalmente a las partículas sólidas realimentadas, en el reactor (1) se introduce un medio de sorción (8) fresco.
- 3.- Procedimiento conforme a las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** la refrigeración de las partículas sólidas se realiza en un enfriador de lecho fluidizado, un enfriador de tornillo sin fin o un enfriador de material a granel.
- 4.- Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el medio refrigerante fluido (25) circula en al menos un elemento del intercambiador de calor (23).
- 5.- Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** las partículas sólidas a refrigerar se guían en contra del sentido de circulación del medio refrigerante (25)
- 6.- Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la precipitación de las partículas sólidas en el separador de sustancias sólidas (2) se realiza con una o varias cámaras (19').
- 7.- Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la precipitación de las partículas sólidas en el separador de sustancias sólidas (2) se realiza a 140 °C.
- 8.- Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** se ajusta la temperatura en el reactor (1) y/o en el separador de sustancias sólidas (2) a través de la cantidad de partículas sólidas a realimentar y/o a través de su temperatura.
- 9.- Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** el medio de sorción (8) comprende un compuesto que contiene calcio, en especial hidrato calcáreo.
- 10.- Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** la cantidad de medio de sorción fresco (8) se regula en función de la concentración de al menos un componente en las partículas sólidas precipitadas.

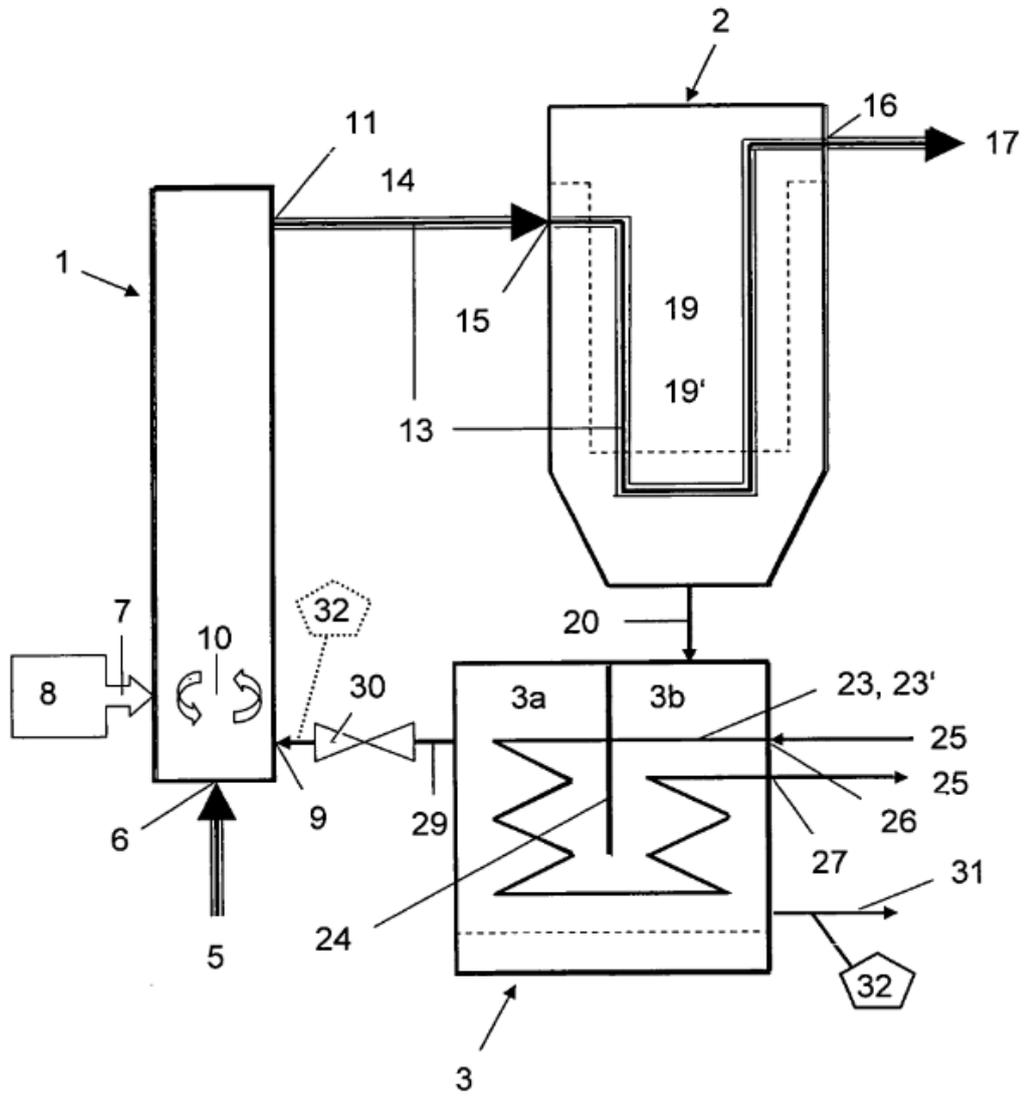


Fig. 1