



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 331 376**

51 Int. Cl.:  
**F27D 17/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06723278 .5**

96 Fecha de presentación : **08.03.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1866589**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.12.2007**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el tratamiento de gases residuales procedentes de instalaciones de sinterización.**

30 Prioridad: **24.03.2005 AT A 511/2005**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**30.12.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**30.12.2009**

73 Titular/es:  
**Siemens VAI Metals Technologies GmbH & Co.  
Turmstrasse 44  
4031 Linz, AT**

72 Inventor/es: **Fleischanderl, Alexander y  
Neuhold, Robert**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 331 376 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).

# ES 2 331 376 T3

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para el tratamiento de gases residuales procedentes de instalaciones de sinterización.

5 La invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para el tratamiento de gases residuales, que proceden de instalaciones de sinterización, según el cual se aportan a los gases residuales, que proceden de una instalación de sinterización, en un canal para gases residuales, un aditivo seco, que está constituido por, al menos, un agente de adsorción y por un producto de recirculación en el procedimiento de flujo en vuelo y, a continuación se separa el aditivo de los gases residuales por medio de filtros de tela y se recircula, al menos en parte.

10 Como instalaciones de sinterización entran en consideración, de manera especial, las instalaciones de sinterización para mineral de hierro, empleándose el mineral sinterizado para la obtención de acero.

15 Se entiende por procedimientos de flujo en vuelo aquellos procedimientos en los cuales se aporta el aditivo a una corriente de gases residuales que fluye en un sentido predeterminado, siendo arrastrado el aditivo con la corriente de los gases residuales y produciéndose durante este transporte reacciones entre el aditivo y los componentes de los gases residuales. Por oposición a lo anterior debe considerarse un procedimiento de lecho fluidificado, en el que los gases residuales son fluidificados en un reactor y, por lo tanto, no fluyen en un sentido predeterminado.

20 En el caso del procedimiento de flujo en vuelo, el tiempo de residencia medio del aditivo en el canal de los gases residuales supone algunos segundos. Este tiempo supone, por ejemplo, en la instalación de conformidad con la figura, aproximadamente dos segundos para los aditivos que proceden del punto de alimentación 5, para aditivos que proceden del punto de alimentación 4 supone aproximadamente diez segundos. El tiempo de residencia medio del aditivo en el procedimiento de lecho fluidificado se encuentra por encima de este valor.

25 La carga con materia sólida en el caso del procedimiento de flujo en vuelo se encuentra comprendido entre 1 y 50 g/Nm<sup>3</sup> (encontrándose la proporción del aditivo fresco, es decir del agente de adsorción y, en caso dado, del reactivo, entre 100 y 3.000 mg/Nm<sup>3</sup>) y por lo tanto es claramente menor que en el caso del procedimiento de lecho fluidificado. En dicho procedimiento, la cantidad de materias sólidas es aproximadamente de 20 a 50 veces la del procedimiento de flujo en vuelo.

30 Bajo el concepto de filtro de tela quedan abarcados los filtros de mangas, los filtros de bolsas, los filtros de paño, los filtros de artículos textiles y los filtros que están constituidos por tela metálica.

35 Las autoridades medioambientales dedican actualmente su objetivo principal, en el caso de una factoría siderúrgica integral, a las instalaciones de sinterización. Esto se debe a que se responsabiliza a las instalaciones de sinterización de una considerable proporción de las emisiones de productos nocivos de una factoría siderúrgica integral como consecuencia de las inmensas cantidades de gases residuales (usualmente comprendidas entre 300.000 y 1.000.000 Nm<sup>3</sup>/h). Ante todo los polvos finos y los aerosoles (sales) así como los metales pesados (Hg, Pb, Cd), las emisiones orgánicas, tales como las dioxinas/furanos, los VOC, los PAC y los componentes ácidos tales como el dióxido/trióxido de azufre, el HCl y el HF representan posibles orígenes de problemas.

40 Las publicaciones US 5,620,673 y DE 19623981 A1 divulgan procedimientos para la eliminación de productos nocivos a partir de los gases residuales de las instalaciones de sinterización.

45 Se conoce un procedimiento y un dispositivo por la publicación "Improved flue-gas cleaning by bag filter at the sinter strand of voestalpine Stahl Donawitz", by Elmar Schuster, Johann Zimgast, Hubert Zeller and Johann Pössler, 3rd International Conference on Science and Technology of Iron Making (ICSTI), 16.-20. junio 2003, METEC Düsseldorf, páginas 574-577, según el cual se hacen pasar los gases residuales, que proceden de una instalación de sinterización, a través de un canal para gases residuales y de un denominado rotor de bolas, que es un tambor cilíndrico  
50 constituido por una placa perforada, en el que están contenidas bolas de cerámica. En este tambor se alimentan por medio de un transportador de husillo, el aditivo, concretamente el aditivo fresco y el producto de recirculación de tal manera, que los gases residuales se enriquecen con el polvo del aditivo cuando pasan a través del rotor de bolas. En el reactor, situado a continuación, se producen ya reacciones entre el aditivo y los componentes del gas, antes de que el polvo del aditivo sea separado de los gases residuales en filtros de mangas. Desde luego únicamente tiene lugar una  
55 reacción muy limitada en el flujo en vuelo, puesto que es pequeña la velocidad relativa entre los gases residuales y el aditivo. Así mismo tampoco es muy homogénea la distribución del aditivo.

60 Por lo tanto, una tarea de la presente invención consiste en mejorar los procedimientos y los dispositivos conocidos de tal manera, que se aumente la velocidad de reacción entre los gases residuales y el aditivo.

Esta tarea se resuelve por medio de un procedimiento de conformidad con la reivindicación 1 o bien por medio de un dispositivo de conformidad con la reivindicación 12. En las reivindicaciones dependientes se han indicado configuraciones ventajosas de la invención.

65 Debido a que el aditivo es introducido, al menos en un punto, en sentido opuesto al del flujo de los gases residuales, se aumenta la velocidad relativa entre los gases residuales y el aditivo y, de este modo, se aumenta la velocidad de reacción entre el aditivo y los gases residuales. En este caso, es especialmente eficaz una velocidad relativa de, al menos, 30 m/s entre el aditivo y los gases residuales.

## ES 2 331 376 T3

5 Cuando se haya previsto que el aditivo sea introducido en varios puntos a lo largo del sentido de flujo de los gases residuales, podrán ser aportadas respectivamente cantidades menores de aditivo, que puedan repartirse mejor que cuando se aporte de una sola vez una gran cantidad de aditivo. De manera especial puede estar previsto que el aditivo sea introducido por delante y por detrás de un ensanchamiento del canal para los gases residuales, puesto que la velocidad de los gases allí es mayor que en el ensanchamiento.

10 Una configuración de la invención consiste en introducir el aditivo, al menos en una determinada sección transversal del canal para los gases residuales en varios puntos, distribuidos sobre la sección transversal. De este modo, puede asegurarse una distribución más homogénea del aditivo a través de la sección transversal del canal para los gases residuales y, por lo tanto, un mejor aprovechamiento del aditivo de tal manera, que el aditivo sea consumido de manera homogénea y el aditivo no sea completamente consumido en algunas zonas de la sección transversal del canal para los gases residuales y sea consumido de manera incompleta en otras zonas.

15 Es ventajoso que el aditivo sea introducido a través de, al menos, una lanza. Una lanza es un tubo delgado, a través del cual es introducido el aditivo en los gases residuales. El tubo puede penetrar en el canal para los gases residuales aproximadamente en posición normal con respecto a la superficie del mismo y puede estar arqueado en el extremo, en sentido opuesto al del flujo de los gases residuales.

20 El aditivo contiene, al menos, agentes de adsorción tal como coque o carbón activo y puede contener, además, reactivos tales como la cal o el hidrato de cal. Con el agente de adsorción pueden ser enlazados por adsorción los componentes nocivos tales como los metales pesados y los productos orgánicos, con el reactivo pueden ser separados los componentes ácidos, tal como el SO<sub>2</sub>, el SO<sub>3</sub>, el HCl, el HF.

25 El producto de recirculación y el agente de adsorción fresco/reactivo son introducidos en diversos puntos. De este modo, pueden modificarse independientemente entre sí las cantidades, lo cual conduce a un mejor aprovechamiento del aditivo. De esta forma, pueden captarse mejor los picos de los gases nocivos puesto que el agente de adsorción y, en caso dado, el reactivo puede ser alimentado de manera específica y dosificada.

30 El agente de adsorción y/o el reactivo se introducen por delante del producto de recirculación. De este modo, el agente de adsorción fresco y/o el reactivo se encuentran con los gases residuales, que todavía no han sido purificados, con una elevada concentración de productos nocivos, mientras que el producto de recirculación que ya está parcialmente agotado por reacción se encuentra con los gases residuales que ya están parcialmente purificados, con una menor proporción de productos nocivos.

35 De manera especial, puede estar previsto que el agente de adsorción sea introducido en función de la proporción de los compuestos orgánicos condensables y/o de la proporción de los metales pesados, y/o que sea introducido el reactivo en los gases residuales en función de la proporción de los componentes ácidos (especialmente el dióxido de azufre) y/o que los gases residuales sean enfriados y/o humedecidos.

40 Los gases residuales pueden ser acondicionados sometiendo a los gases residuales a un enfriamiento y/o a una humectación por medio de una inyección o de una pulverización de agua en la corriente de los gases residuales independientemente de la adición del aditivo.

45 Cuando se haya previsto que sea introducido agua con un tamaño máximo de gotas definido, entonces podrá asegurarse que el agua se evapore dentro de un trayecto determinado, especialmente por delante de la siguiente desviación de los gases o de la siguiente modificación de la sección transversal del canal para los gases residuales. De este modo, se evitan adherencias como consecuencia de los depósitos de agua sobre las paredes del canal para los gases residuales. Se ha revelado ventajoso en este caso que el diámetro máximo de las gotas sea menor que 200 μm.

50 Como alternativa a la inyección o a la pulverización del agua puede estar previsto que los gases residuales sean enfriados y/o humedecidos de manera regulada por medio de la inyección de suspensión/solución, tal como de una suspensión de hidrato de cal en agua, en la corriente de los gases residuales en un ensanchamiento del canal para los gases residuales. Entonces ya no es necesario aportar ningún reactivo como aditivo seco. En lo que se refiere al tamaño de las gotas es válido lo mismo que en el caso del agua.

55 Cuando se haya previsto que sea aportado aditivo, especialmente reactivo, a los gases residuales antes de la inyección del agua, podrá aumentarse la quimisorción, especialmente el rendimiento en la eliminación del azufre por medio de la película de agua en la superficie límite gas/materia sólida puesto que se mejora el intercambio de materia.

60 La invención se explica por medio de la figura adjunta, que representa de manera ejemplificativa y esquemática un dispositivo de conformidad con la invención, y por medio de la descripción que sigue.

65 A partir de una instalación de sinterización se introducen los gases residuales 6, de manera ventajosa, a través de un filtro eléctrico y de una soplante para los gases del proceso, en el canal 2a para los gases residuales. El vacío necesario para el tratamiento de los gases residuales (pérdida de presión de la instalación de conformidad con la invención) se garantiza por medio de una soplante 14 de apoyo. El canal 2a para los gases residuales, que sirven como reactor de flujo en vuelo, se ensancha después de una sección horizontal hacia un acondicionador 1 para gases. Este acondicionador está dimensionado en cuanto a su longitud y a su diámetro de tal manera que puede evaporarse

## ES 2 331 376 T3

ampliamente dentro del acondicionador 1 para gases el agua introducida a través de la alimentación 18 para el agua, en forma de gotas con un diámetro máximo determinado. Lo importante consiste en que las gotas se evaporen por delante de la siguiente desviación de los gases. Los gases residuales son conducidos verticalmente hacia abajo en el acondicionador 1 para gases. Desde el extremo inferior del acondicionador 1 para gases se prolonga nuevamente de forma horizontal el conducto 2b para los gases residuales, estrechado, que sirve como reactor de flujo en vuelo, y finalmente desemboca en los filtros de tela 3. El conducto 2a, 2b para los gases residuales no tiene que estar orientado naturalmente en posición horizontal. De igual modo, el acondicionador 1 para gases tampoco tiene que estar orientado de una manera estrictamente vertical, sin embargo debería tener de manera conveniente una parte dirigida en posición vertical.

El ensanchamiento y la desviación del canal 2a, 2b para los gases residuales está dimensionado de tal manera que se consiga un flujo orientado de una manera ampliamente laminar, de tal manera que se eviten adherencias y flujos en sentido inverso y que se alcance una distribución homogénea de la velocidad a través de la sección transversal. Las medidas correspondientes con esta finalidad son conocidas por el técnico en la materia pudiendo estar previstas, por ejemplo, chapas deflectoras 30.

Por un lado, se introduce aditivo fresco como reactivo en el silo 7 y llega hasta el mismo, por otra parte se introduce y se almacena como agente de adsorción en el silo 8. La retirada de material a partir de los silos 7, 8 se lleva a cabo a través de esclusas de rueda dentada. Éstas transportan hasta los respectivos recipientes dosificadores 9, 10. Estos recipientes dosificadores están pesados y están equipados con sondas de nivel.

El agente de adsorción o bien el reactivo, introducido en los recipientes dosificadores 9, 10, se introduce a través de husillos dosificadores en cantidades exactamente reguladas en un conducto común de alimentación 12, cuando esté orientado hacia la derecha la tolva giratoria 31, y reemplaza al agente de adsorción y al reactivo consumidos, que son descargados a través de la purga de material residual en el silo para productos residuales 11. En el conducto de alimentación 12 se transportan el agente de adsorción y el reactivo por medio de aire a presión 13 hasta las instalaciones de alimentación 4. En éstas se alimentan las lanzas de las instalaciones de alimentación 4 por medio de aire de dilución de una soplante 28 para aire de dilución, a través del distribuidor de aire 16, cuyas instalaciones de alimentación desembocan en el reactor 2a de flujo en vuelo del canal para los gases residuales. El agente de adsorción y el reactivo se inyectan a contracorriente bajo una elevada velocidad relativa. En este punto la velocidad de los gases residuales está comprendida aproximadamente entre 15 y 26 m/s, la velocidad de inyección está comprendida entre 15 y 50 m/s de tal manera que se alcanza una velocidad relativa comprendida entre 30 y 75 m/s, de manera especial comprendida entre 40 y 60 m/s.

En este ejemplo, el agente de adsorción es coque para horno de solera seco (HOK) con un peso a granel de aproximadamente  $0,65 \text{ g/cm}^3$  y con una distribución del tamaño de grano  $d_{90}$  de  $50 \mu\text{m}$  aproximadamente.

En este ejemplo, el reactivo es hidrato de cal seco con un peso a granel de aproximadamente  $0,5 \text{ g/cm}^3$  y con una distribución del tamaño de grano  $d_{90}$  de  $50 \mu\text{m}$  aproximadamente.

De manera opcional, por detrás de las instalaciones de alimentación 4, se ha previsto una instalación de alimentación 17 para el producto recirculado.

El acondicionador 1 para gases sirve, por un lado, para la refrigeración de la corriente de los gases residuales en el caso en que se presenten picos de temperatura (acondicionamiento del gas), con objeto de no someter a los tubos flexibles del filtro correspondientes al filtro de tela 3 a temperaturas demasiado elevadas y, por otro lado, sirve como recinto de reacción para la absorción y para las reacciones de quimisorción. El reactor está dimensionado de tal manera que no puedan depositarse partículas esencialmente y que, de este modo, sean arrastradas con los gases residuales hacia el filtro de tela 3, pero que garantice un tiempo de residencia suficiente para una buena reacción de adsorción/sorción.

Por medio de la inyección de agua, de la suspensión (hidrato de cal/agua) o de la solución a través de la alimentación 18 para el agua y a través de la alimentación 19 de aire a presión en corriente paralela con respecto a los gases residuales se consigue una temperatura/humedad estable en la corriente gaseosa acondicionada. La introducción puede llevarse a cabo, como se ha representado en la figura, a través de toberas para 2 productos, así como también a través de pulverizadores de rotación. Así mismo pueden emplearse toberas para un solo producto, que condicionan, desde luego, un mayor diámetro de las gotas, de tal manera que las toberas para un solo producto podrían ser empleadas de manera alternativa en el caso de que los gases residuales estuviesen muy calientes.

Cuando se introduzca suspensión/solución, que contenga un reactivo, podrá contener el aditivo aportado seco únicamente agente de adsorción y no reactivo.

En el caso de las toberas para 2 productos, se rompe el agua/la suspensión/la solución con un medio (aire a presión, nitrógeno o vapor de agua) en forma de niebla de gotículas muy finas. Las gotículas generadas tienen que ser tan finas que incluso las gotículas generadas de mayor tamaño se evaporen de la manera más completa posible dentro del tramo previsto para la evaporación (= hasta el final del acondicionador 1 para gases o bien hasta la siguiente desviación), en otro caso son de esperar en las desviaciones, etc., adherencias (sales, etc.). Una regulación (a través de la presión del gas) comprende la garantía de un diámetro máximo de las gotas y una temperatura de acondicionamiento constante de

## ES 2 331 376 T3

la corriente gaseosa. El diámetro máximo de las gotas se encuentra situado, de manera preferente, entre 50 y 200  $\mu\text{m}$ , de manera especial está situado entre 100 y 150  $\mu\text{m}$ .

En el caso de los pulverizadores de rotación se pulveriza el agua/la suspensión/la solución en gotículas finísimas en un pulverizador por rotación que gira a gran velocidad, cuyas gotículas se evaporan de la manera más completa posible dentro del recinto de la evaporación (tramo de evaporación). Los pulverizadores de rotación condicionan elevados gastos de inversión pero, sin embargo, son adecuados de mejor manera para la introducción de la suspensión/solución, siendo preferente la introducción de la suspensión/solución para elevados grados de separación de los componentes ácidos (por ejemplo eliminación del azufre de hasta el 98%).

La introducción independiente, de conformidad con la invención, de agua o bien de suspensión/solución, por un lado, y de aditivo, por otro lado, es mas ventajoso que el humedecimiento del producto de recirculación: este humedecimiento está limitado puesto que el producto de recirculación es transportado por vía mecánica o por vía neumática y, por lo tanto, tiene que ser esparcible o bien no debe formar adherencias. Puesto que la cantidad del producto de recirculación tiene que mantenerse constante usualmente bajo las condiciones de la explotación, también está limitada la cantidad de agua que puede ser introducida para el acondicionamiento de la corriente de los gases residuales (entre un 3 y un 4% de la corriente másica de producto de recirculación). De este modo, no puede ser mantenida constante la temperatura del acondicionamiento (= no puede ser regulada). En el caso de picos de temperatura en el gas en bruto, se aumenta de manera correspondiente también la temperatura para el acondicionamiento. Una mayor temperatura o bien una menor humedad en la corriente gaseosa influye sobre el comportamiento a la eliminación del azufre (comportamiento a la quimisorción) así como también sobre el comportamiento a la adsorción para los componentes nocivos. La consecuencia son picos de emisión. Por este motivo tienen que elegirse las cantidades de producto de recirculación, conducidas en el circuito, de una manera correspondientemente elevada, lo cual condiciona elevados costes de inversión y de explotación. De manera adicional, por medio del humedecimiento del producto de recirculación se producirían apariciones de corrosión debido al elevado contenido en cloro del producto de recirculación, lo cual requeriría materiales costosos.

Inmediatamente por detrás del acondicionador 1 para los gases se introduce en la corriente de los gases residuales producto de recirculación a través de la instalación de alimentación 5 en el sentido contrario al de la corriente de los gases residuales en el segmento horizontal en este caso del canal 2 para los gases residuales. También en este caso se alcanza una velocidad relativa comprendida entre 30 y 75 m/s, de manera especial comprendida entre 40 y 60 m/s. De manera opcional se ha previsto por delante de la instalación de alimentación 5 una instalación de alimentación 20 para agente de adsorción fresco y, en caso dado, para reactivo.

A continuación, los gases residuales llegan hasta el filtro de tela 3. La tarea esencial del filtro de tela consiste en la separación de las materias sólidas arrastradas junto con los gases residuales. Estas materias sólidas están constituidas por polvo de sinterización, por producto de la reacción, por reactivo no consumido, por agente de adsorción y por materia residual en recirculación.

Con el fin de que no penetren en el paño filtrante, propiamente dicho, las partes del polvo muy finas así como los componentes orgánicos de los gases residuales, depositándose sobre el mismo y que, de este modo, permitan que pueda aumentar muy rápidamente la pérdida de presión (la filtración profunda conduce a la saturación de las mangas), el paño filtrante está equipado con una membrana o con un recubrimiento de material sintético de poros finos o está equipado con una impregnación. Este recubrimiento hace que se depositen sobre las superficies las partículas de polvo y que formen una torta de filtración, que ejerce a continuación el efecto filtrante propiamente dicho (= filtración superficial).

La torta de filtración debe tener además las siguientes propiedades:

- resistencia frente a la hidrólisis, puesto que los gases residuales presentan una elevada humedad comprendida entre un 5 y un 15%,
- resistencia frente a los componentes ácidos (HCl, HF, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>) y frente a los componentes básicos (cal),
- resistencia frente a los componentes orgánicos,
- resistencia frente a la oxidación (contenido en oxígeno),
- capacidad de retención para partículas submicrónicas (< 1  $\mu\text{m}$ , por ejemplo KCl),
- resistencia a elevadas temperaturas (temperatura de explotación y temperatura punta hasta 200°C).

Los polvos higroscópicos y adherentes son controlables puesto que las partes tecnológicas críticas de la instalación son calentadas de manera concomitante para limitar la humedad de los gases residuales y, de este modo, se mantienen a una temperatura mayor que 100°C.

Para la tela filtrante se utiliza, por ejemplo, tela de fibra de vidrio con recubrimiento de PTFE (politetrafluoretileno) o aramida con recubrimiento de PTFE.

## ES 2 331 376 T3

Con objeto de que esté presente ya una capa auxiliar filtrante de este tipo antes de que se produzca el primer paso a su través con gases residuales, el filtro de tela 3 se recubre con productos auxiliares, por ejemplo con una mezcla de cal-carbón con aditivos, que se conoce por ejemplo bajo las marcas Sorbalit®. Esta capa enlaza incluso la humedad que se condensa durante el proceso de puesta en marcha a partir de los gases residuales e impide de este modo un deterioro del paño filtrante. Se ha previsto una instalación para la introducción de material para el recubrimiento previo, pero no se ha representado en la figura.

El filtro de tela 3, empleado, está constituido esencialmente por la carcasa 21 del filtro con las mangas filtrantes, la cámara para el gas en bruto 22, las tolvas de descarga 23 y la cámara 24 para el gas purificado.

Los gases residuales cargados de polvo llegan a través del canal de entrada de los gases en bruto hasta la cámara 22 para el gas en bruto. En este caso se reduce la velocidad del gas y las partículas de polvo se distribuyen homogéneamente sobre la pared 25 del distribuidor de gases. La trayectoria de los gases está bloqueada por la placa de cabeza (fondo de la manga) de tal manera que toda la corriente gaseosa puede llegar ahora a través de las mangas filtrantes pasando por la trampilla para el gas purificado y por la cámara 24 para el gas purificado hasta el conducto 15 para el gas purificado, que conduce hasta la chimenea.

Sobre las mangas filtrantes, que son barridas por el exterior, permanece adherido el polvo y forma la torta filtrante. Ésta provoca el efecto filtrante propiamente dicho. A medida que aumenta la carga de polvo de las mangas aumenta sin embargo también la resistencia del filtro que debe ser vencida. Con el fin de mantener esta resistencia a un nivel económico, los medios filtrantes tienen que ser desempolvados de vez en cuando. Esto se lleva a cabo con ayuda del sistema de desempolvado. A través de la válvula, que ha sido previamente controlada, llega aire a presión 29 desde un tubo distribuidor de aire a presión hasta los tubos insufladores, que están asociados con cada una de las series de mangas de tal manera, que cada manga sea desempolvada de manera homogénea. Por medio de impulsos cortos, regulares, de aire a presión, reforzados por medio de un inyector adicional de tipo Venturi, se rompe ampliamente la capa de polvo adherente. Para la optimización de las necesidades de aire a presión se emplean toberas de tipo Venturi y toberas de tubos soplantes. Un cestillo de soporte, situado en el interior, mantiene en este caso la forma de la manga filtrante. En el caso del desempolvado de las mangas filtrantes, el polvo cae entre las mangas filtrantes en la tolva 23 de descarga y desde la misma es retirado en continuo a través de órganos de descarga. La descarga del polvo queda facilitada por medio de vibradores sobre la pared de la tolva.

Una parte del polvo se purga y es enviada hasta un silo 11 para material residual. La parte preponderante es recirculada de nuevo hasta el reactor de flujo en vuelo 2b. En este caso el producto de recirculación, descargado a partir del filtro de tela 3 por medio de transportadores mecánicos, es alimentado al conducto 27 de alimentación para el producto de recirculación a través de un sistema dosificador 26 por medio de transportadores de husillo. El producto de recirculación se transporta con el aire transportador hasta las lanzas de la instalación 5 de alimentación y es insuflado de nuevo en dicha instalación en la corriente de los gases residuales. El aire de transporte es generado por una soplante para el aire de transporte. Se garantiza una corriente material constante por medio del sistema dosificador 26.

El producto de recirculación está seco y tiene un peso a granel de  $0,5 \text{ g/cm}^3$  aproximadamente y una distribución del tamaño de grano de aproximadamente  $50 \mu\text{m}$ .

Por medio de la recirculación llega de nuevo hasta el circuito y hasta el filtro de tela 3 también la parte del reactivo que no ha reaccionado, que puede ser utilizada todavía en la materia residual, así como el agente de adsorción que aún está poco cargado. Esto reduce el consumo de reactivo o bien proporciona una mejora esencial de la separación de los productos nocivos por medio de la adsorción por aumento de la concentración del agente de adsorción en los gases residuales.

Con el fin de alcanzar una distribución homogénea a través de toda la sección transversal de los gases residuales, el producto de recirculación se inyecta a contracorriente bajo una elevada velocidad relativa.

La recirculación del polvo del filtro de tela provoca sin embargo una separación mejorada de los polvos finos sobre el filtro de tela 3. Los granos de polvo submicrónicos son ya coagulados. Por lo tanto aumenta el diámetro medio de grano de las partículas que deben ser separadas.

La separación de los productos nocivos en el procedimiento de flujo en vuelo se lleva a cabo de la manera siguiente: el agente de adsorción absorbe los componentes orgánicos y los metales pesados. En el caso de la separación de componentes ácidos, el reactivo reacciona en parte con estos componentes por adsorción (quimisorción) en el flujo en vuelo. A título de ejemplo, en el caso de la eliminación del azufre, el dióxido de azufre en la corriente de los gases residuales reacciona en parte - cuando se emplea la cal apagada como reactivo - para formar sulfito de Ca fino o bien para formar yeso. En este caso se desarrollan las reacciones siguientes:

## ES 2 331 376 T3

	$2 \text{Ca(OH)}_2 + 2 \text{SO}_2$	$\rightarrow 2 \text{CaSO}_3 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
5	$2 \text{CaSO}_3 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	$\rightarrow 2 \text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ (en parte)
10	$2 \text{Ca(OH)}_2 + 2\text{HCl}$	$\rightarrow \text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
	$2 \text{Ca(OH)}_2 + 2 \text{HF}$	$\rightarrow \text{CaF}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

15 La absorción (quimisorción) es una etapa del procedimiento en la cual los gases son químicamente enlazados por medio de una materia sólida o por medio de un líquido de lavado. Si los gases residuales se ponen en contacto con  $\text{Ca(OH)}_2$  húmedo, los componentes ácidos de los gases residuales, constituidos por  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{HCl}$  y  $\text{H}$ , reacciona químicamente con este reactivo y forma materias sólidas secas como producto. Estas materias sólidas se retiran a continuación de la corriente de los gases residuales en el filtro de tela 3.

20 Con el fin de conseguir la deseada potencia de separación de los componentes ácidos, es necesario dosificar el reactivo y, en caso dado, es necesario acondicionar el gas (aumento de la humedad). Como reactivo es empleado preponderantemente la cal apagada.

25 Por medio de la absorción son separados los componentes orgánicos (dioxinas, furanos, VOC, PAC) así como los metales pesados que están contenidos en los gases residuales (preferentemente Hg, Cd), siendo éstos enlazados por adsorción tras difusión en los canales de los poros. El coque para horno de solera (HOK), que es utilizado de manera ejemplificativa, presenta un volumen de poros extremadamente grande y enlaza a estos componentes nocivos en el interior del grano. La absorción puede reforzarse todavía más por medio de procesos químicos en los poros del HOK, 30 por ejemplo transforma el  $\text{SO}_2$  todavía presente en los gases residuales en una cierta medida para dar ácido sulfúrico o ácido sulfuroso, con el cual reaccionan a su vez los metales pesados (Hg metálico). El HOK es inyectado en este caso junto con el reactivo y es depositado sobre el filtro de tela 3.

35 Los metales pesados llegan hasta los gases residuales de la instalación de sinterización a través de los productos primarios (mineral y fundente), así como a través del material de reciclaje (polvos/lodos). El Hg tiene un significado especial puesto que se presenta tanto en forma metálica (vapor) así como también en forma de sal. El  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{Hg}^+)$  puede desproporcionarse en contacto con agua (en función del potencial Redox) en  $\text{Hg}(0)$  y en  $\text{Hg}(2^+)$ . El  $\text{Hg}(0)$  únicamente puede ser enlazado por medio de una adsorción. El  $\text{Hg}(2^+)$  se presenta en forma de sal en estado de partículas. El Hg puede ser medido de manera continua en la corriente gaseosa. A título de ejemplo pueden impedirse 40 picos de emisiones o bien excesos de emisiones por adaptación de la dosificación del adsorbente.

Los compuestos orgánicos (VOC = volatile organic compounds -compuestos orgánicos volátiles. y PAC = pol-  
 45 yaromatic compounds -compuestos poliaromáticos-) proceden de los compuestos no completamente quemados, que están presentes en la mezcla de sinterización, del agente reductor empleado, de los quemadores (caperuzas de encendido, recalentamiento de los gases, etc.) o de los materiales residuales aprovechados (polvos/lodos/calaminas). Las partes orgánicas condensables, que están contenidas en esta mezcla gaseosa, pueden condensarse sobre/en el material filtrante del filtro de tela 3 y pueden provocar daños irreversibles sobre el material filtrante (reducción de la permeabilidad de los gases, aumento de la pérdida específica de presión, con lo que está relacionado un menor caudal de gas, procesos de desempolvado más frecuentes, etc.). Un tiempo de vida más corto del material filtrante es la consecuencia 50 y, por lo tanto, mayores costes de explotación.

Con el fin de vencer estos inconvenientes constituye un objetivo la medida a intervalos regulares de la concentración en componentes orgánicos condensables en la corriente gaseosa antes y/o después de la introducción del agente de adsorción. De este modo, la cantidad de agente de adsorción necesaria puede adaptarse a la solicitud anteriormente citada, es decir que se requiere una cantidad de agente de adsorción, fresco o bien constituido por el producto de recirculación, tal que se enlace la parte condensable bajo las condiciones de la explotación de las partes orgánicas 55 ampliamente sobre el agente de adsorción. De esta manera, puede aumentarse esencialmente el tiempo de vida del material filtrante.

60 Con esta finalidad es ventajoso que esté prevista una regulación con la cual puedan ser reguladas, independientemente entre sí, las cantidades de agua, de suspensión o de solución, la cantidad de producto de recirculación y la cantidad de aditivo fresco y, concretamente, en función de las características de los gases residuales en bruto y/o purificados (del gas en bruto y del gas purificado). Las características de los gases residuales pueden comprender la temperatura, la humedad y el contenido en diversos productos nocivos.

65 Así mismo, pueden tener preferencia otros mecanismos de los procesos de adsorción en función del producto nocivo. Estos mecanismos de las propiedades físico-químicas de los componentes, tal como, por ejemplo, el diámetro

## ES 2 331 376 T3

molecular. De manera correspondiente debe adaptarse por consiguiente también el agente de adsorción a ser aportado (distribución de los poros/diámetro de los canales).

5 El aditivo (reactivo y agente de adsorción) se inyecta a través de un inyector, es decir con lanzas alimentadas con aire de transporte, a contracorriente con respecto al sentido de los gases residuales inmediatamente por delante o por detrás del acondicionador 1 para gases.

10 Una reacción eficiente de flujo en vuelo requiere una distribución correspondientemente homogénea del aditivo en la corriente de los gases residuales. Únicamente de este modo se asegura que las moléculas de los productos nocivos puedan entrar en contacto con el agente de agente de adsorción/reactivo (= intercambio de materia) (aumento de la probabilidad de encuentro). Esto se lleva a cabo por inyección del aditivo fresco y del producto de recirculación (solo o en combinación) a través de varias lanzas que están distribuidas sobre la sección transversal, a contracorriente con respecto al flujo de los gases residuales. El número de las lanzas depende de la sección transversal del canal para los gases. Como consecuencia de la elevada velocidad relativa, alcanzada de este modo, que está comprendida entre 15 aproximadamente 30 y 75 m/s, se consigue un intenso contacto entre las fases y, de este modo, se alcanza la unión deseada de los componentes nocivos en una cuantía considerable ya en el flujo en vuelo.

20 La distribución homogénea del aditivo es importante también con objeto de conseguir una mezcla homogénea del polvo primario, que procede de la instalación de sinterización, y del aditivo en la cámara para el gas en bruto 22 del filtro de tela 3. La mezcla de polvo, que se deposita sobre la tela filtrante como consecuencia fundamentalmente de la filtración superficial, actúa como barrera para los gases que ya estén parcialmente purificados. El gas tiene que “difundirse” a través de esta capa filtrante en formación. En este caso se produce obligatoriamente también el contacto de las moléculas de los productos nocivos y de los granos de aditivo, con lo cual se verifica una purificación adicional de la corriente de los gases residuales. La cantidad del producto de recirculación acelera también la formación de una 25 torta de filtración gruesa y, por lo tanto, un efecto suficiente de intercambio de materia en el momento del paso de los gases residuales a través de la capa. El producto de recirculación está constituido por granos de polvo ya coagulados, en contra de lo que ocurre en el caso de las partículas de polvo en la corriente del gas en bruto. Por lo tanto, el tamaño medio de grano de la mezcla de polvo, que llega sobre el tejido filtrante, es esencialmente mayor con respecto al polvo primario. De este modo, se facilita la separación.

30 Por medio de la separación del acondicionamiento del gas, del producto de recirculación y/o de la introducción del aditivo fresco, pueden modificarse en cualquier momento y de manera sencilla las cantidades (no existe dependencia entre sí); por ejemplo en función de la concentración de productos nocivos de un componente en la corriente del gas purificado.

35 De manera ejemplificativa, según la figura 1, se aportan 900 mg/Nm<sup>3</sup> de reactivo, encontrándose el aporte del agente de adsorción aproximadamente en 100 mg/Nm<sup>3</sup>, de tal manera que la cantidad total del agente de adsorción y del reactivo aportada se encuentra en el intervalo de hasta 1.000 mg/Nm<sup>3</sup>. La cantidad del producto de recirculación es aproximadamente entre 10 y 30 veces la cantidad del agente de adsorción más reactivo.

### Lista de números de referencia

- 1 Acondicionador de gases
- 45 2a Canal de gases residuales que sirve como reactor de flujo en vuelo
- 2b Canal de gases residuales que sirve como reactor de flujo en vuelo
- 50 3 Filtro de tela
- 4 Instalación de introducción de agente de adsorción/reactivo fresco
- 5 Instalación de introducción de producto de recirculación
- 55 6 Gases residuales
- 7 Silo para el reactivo
- 60 8 Silo para el agente de adsorción
- 9 Recipiente dosificador para el reactivo
- 10 Recipiente dosificador para el agente de adsorción
- 65 11 Silo para el material residual
- 12 Conducto de alimentación para el aditivo

## ES 2 331 376 T3

	13	Aire a presión
	14	Soplante de apoyo
5	15	Conducto para el gas purificado hasta la chimenea
	16	Distribuidor de aire
	17	Instalación de alimentación opcional para el producto de recirculación
10	18	Alimentación de agua
	19	Alimentación de aire a presión
15	20	Instalación de alimentación opcional para agente de adsorción/reactivo fresco
	21	Carcasa del filtro
	22	Cámara para el gas en bruto
20	23	Tolva de salida
	24	Cámara para el gas puro
25	25	Pared distribuidora de los gases
	26	Silo para el material residual
	27	Conducto de alimentación para el producto de recirculación
30	28	Soplante para el aire de dilución
	29	Aire a presión
35	30	Chapas deflectoras
	31	Tolva giratoria

40

45

50

55

60

65

# ES 2 331 376 T3

## REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para el tratamiento de gases residuales, que proceden de instalaciones de sinterización, según el cual se aporta a los gases residuales, que proceden de una instalación de sinterización, en un canal para los gases residuales (1, 2a, 2b) aditivo seco, que está constituido por, al menos, agente de adsorción y por producto de recirculación y, en caso dado, por reactivo adicional, tal como la cal o el hidrato de cal, en el procedimiento de flujo en vuelo y, a continuación se separa el aditivo de los gases residuales por medio de filtros de tela (3) y se recircula, al menos en parte, **caracterizado** porque el aditivo es introducido, al menos, en un punto (4, 5) en el sentido contrario al del flujo de los gases residuales y, concretamente, por delante y/o por detrás de un ensanchamiento (1) del canal para los gases residuales, introduciéndose el producto de recirculación, por un lado, y el agente de adsorción fresco y, en caso dado, el reactivo, por otro lado, en puntos diferentes (4, 5, 17, 20), y llevándose a cabo la introducción del agente de adsorción fresco y/o del reactivo por delante del producto de recirculación.

15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el aditivo se introduce en los gases residuales con una velocidad relativa de 30 m/s como mínimo.

20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** porque los gases residuales se enfrían de manera regulada y/o se humedecen por medio de una inyección o por medio de una pulverización de agua en la corriente de los gases residuales independientemente de la adición del aditivo.

25 4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado** porque el agua se introduce con un tamaño máximo definido de las gotas.

5 5. Procedimiento según la reivindicación 3 o 4 **caracterizado** porque el diámetro máximo de las gotas es menor que 200  $\mu\text{m}$ .

30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque se introduce el aditivo al menos en una sección transversal determinada del canal para los gases residuales (1, 2a, 2b) en varios puntos que están distribuidos a través de la sección transversal.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque el aditivo es introducido en varios puntos (4, 5, 17, 20) a lo largo del sentido de flujo de los gases residuales.

35 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque el aditivo es introducido al menos a través de una lanza.

40 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque los gases residuales son enfriados de manera regulada y/o son humedecidos por medio de la inyección o de la pulverización de suspensión o de solución, tal como una suspensión de hidrato de cal en agua, en la corriente de los gases residuales en un ensanchamiento (1) del canal para los gases residuales.

45 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque se introduce el agente de adsorción en función de la proporción de los compuestos orgánicos condensables y/o de los metales pesados.

50 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque se introduce reactivo en los gases residuales en función de la proporción de los componentes ácidos y/o los gases residuales se enfrían y/o se humedecen.

55 12. Dispositivo para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende al menos las siguientes instalaciones:

- un canal para los gases residuales (1, 2a, 2b), que está conectado con una instalación de sinterización,
- una instalación (4, 5, 17, 20) para la alimentación de aditivo seco en la corriente de los gases residuales,
- un filtro de tela (3), en el que desemboca el canal (2b) para los gases residuales,
- una instalación (5, 26, 27), con la que se recicla el aditivo separado en el filtro de tela (3) como producto de recirculación hasta el canal (2a, 2b) para los gases residuales,

60 **caracterizado** porque se ha dispuesto al menos una instalación de alimentación (4, 5, 17, 20) tanto delante como detrás de un ensanchamiento (1) del canal para los gases residuales y porque las instalaciones de alimentación (4, 5, 17, 20) están configuradas de tal manera que el aditivo es introducido en el sentido contrario al del flujo de los gases residuales, estando dispuesta una instalación de alimentación para agente de adsorción fresco y/o de reactivo (4, 20) por delante de la instalación de alimentación para el producto de recirculación (5, 17), visto en el sentido de flujo de los gases residuales (6), cuya instalación de alimentación está conectada con un sistema dosificador (26) para el producto de recirculación a través de un conducto de alimentación (27) para el producto de recirculación.

## ES 2 331 376 T3

13. Dispositivo según la reivindicación 12; **caracterizado** porque se han dispuesto orificios de una instalación de alimentación (4, 5, 17, 20) al menos en una determinada sección transversal del canal (1, 2a, 2b) para los gases residuales, en varios puntos que están distribuidos a través de la sección transversal.

5 14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 12 o 13, **caracterizado** porque la instalación de alimentación (4, 5, 17, 20) presenta al menos una lanza para la introducción del aditivo.

10 15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 12 a 14, **caracterizado** porque se ha previsto en el ensanchamiento (1) una alimentación (18, 19) de agua, de suspensión o de solución con un tamaño máximo definido de las gotas.

15 16. Dispositivo según la reivindicación 16, **caracterizado** porque se ha previsto una regulación con la cual pueden regularse, independientemente entre sí, las cantidades de agua, de suspensión o de solución, la cantidad de producto de recirculación y la cantidad de aditivo fresco y, concretamente, en función de las características de los gases residuales en bruto y/o de los gases residuales purificados.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

