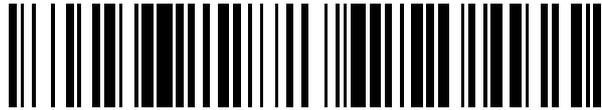


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 705 754**

51 Int. Cl.:

F27B 7/20	(2006.01)
C04B 7/36	(2006.01)
C04B 7/43	(2006.01)
F27D 17/00	(2006.01)
F27D 19/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.06.2015 PCT/EP2015/062779**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **17.12.2015 WO15189176**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.06.2015 E 15727413 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018 EP 3155342**

54 Título: **Procedimiento para el tratamiento de gases de escape e instalación con un dispositivo de tratamiento de gases de escape**

30 Prioridad:

10.06.2014 DE 102014108154

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

26.03.2019

73 Titular/es:

**MAERZ OFENBAU AG (100.0%)
Richard-Wagner-Str. 28
8027 Zürich, CH**

72 Inventor/es:

ZURHOVE, FRANZ-JOSEF

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 705 754 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 el tratamiento de gases de escape e instalación con un dispositivo de tratamiento de gases de escape

5 La invención se refiere a un procedimiento para el tratamiento de gases de escape en una instalación con un dispositivo de tratamiento de gases de escape, un dispositivo de procesamiento para el procesamiento mecánico y/o térmico de un material inorgánico y un precalentador del material, en el que el material se calienta previamente mediante un intercambiado de calor con el gas de escape. La invención se refiere además a una correspondiente instalación.

10 Una instalación de este tipo se usa, por ejemplo, en la fabricación de clinker de cemento. A este respecto se calienta previamente la harina cruda antes de la introducción en un horno rotativo tubular en un precalentador ciclónico por regla general de cuatro a seis etapas en contracorriente con el gas de escape que sale del horno rotativo tubular. A este respecto se enfría el gas de escape por regla general hasta una temperatura de entre 250 °C y 450 °C.

15 En el transcurso de la sección de gas de escape pueden estar integrados otros dispositivos que se hacen funcionar preferentemente a temperaturas de gas de escape más altas que estas temperaturas de gas de escape habituales (tras el precalentador del material). En el caso de estos dispositivos puede tratarse en particular de aquéllos para el tratamiento de gases de escape por medio de reducción catalítica y/u oxidativa (regenerativa) de sustancias nocivas.

20 Para el dispositivo de tratamiento de gases de escape puede ser necesario el ajuste de una temperatura de gas de escape conveniente, para que se encuentre en un intervalo de temperatura conveniente para la reducción de sustancias nocivas. Un ajuste de este tipo de la temperatura de gas de escape delante del dispositivo de tratamiento de gases de escape puede realizarse mediante distintas medidas, tal como por ejemplo una alimentación de agua, un intercambiador de calor con alimentación o descarga de calor o una adición de un flujo de gas distinto con otra temperatura. Si debe realizarse, por ejemplo, un aumento de la temperatura de gas de escape tras el precalentador, puede conseguirse esto mediante una alimentación de calor adicional, por ejemplo por medio de un calentador auxiliar, por ejemplo en forma de quemadores o de una cámara de combustión. Esto está unido, sin embargo, a un gasto de construcción adicional considerable. Además, en los correspondientes calentadores auxiliares pueden usarse regularmente solo combustibles que se queman rápida y fácilmente, tal como en particular gas natural o petróleo y en determinadas condiciones previas también carbón, lo que va acompañado de altos costes para los combustibles.

25 El documento WO 2005/108891 A1 divulga una instalación para la fabricación de clinker de cemento con un horno para clinker con calcinador, un precalentador ciclónico conectado previamente al horno para clinker en el dispositivo de transporte de la harina cruda y un catalizador conectado posteriormente al precalentador en dirección de flujo de gas de escape que procede del horno para clinker y conducido a través del precalentador. Por medio de un desviador de material puede alimentarse una parte de la harina cruda en la zona de una etapa ciclónica superior y una parte en la zona de la etapa ciclónica que se encuentra por debajo de ésta, para poder ajustar o bien variar de manera dirigida debido a ello la temperatura del gas de escape, que llega al catalizador. Además se ha divulgado que mediante una combustión escalonada y/o una adición de harina escalonada en el calcinador puede adaptarse la temperatura del gas de escape alimentado al catalizador. Partiendo de este estado de la técnica se ha basado la invención en el objetivo de indicar una posibilidad ventajosa para el tratamiento de gases de escape de gas de escape que procede de un dispositivo de procesamiento para el procesamiento mecánico y/o térmico de material y en particular de un horno para clinker de cemento.

30 Este objetivo se consigue por medio de un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 y de una instalación de acuerdo con la reivindicación 2. Las formas de realización ventajosas del procedimiento de acuerdo con la invención y configuraciones ventajosas de la instalación de acuerdo con la invención son objeto de las otras reivindicaciones y resultan de la siguiente descripción de la invención.

35 La invención se basa en el conocimiento de que puede conseguirse un aumento de la temperatura de gas de escape tras el precalentador del material también debido a que en un equipo de combustión ya existente del dispositivo de procesamiento se quema un elevado volumen de combustible. Debido a ello puede prescindirse principalmente de un calentador auxiliar o puede diseñarse éste con potencia más débil. Mediante un elevado volumen de combustible en el dispositivo de procesamiento se eleva sin embargo no solo la temperatura del gas de escape que abandona el dispositivo de procesamiento, sino también las temperaturas en el propio dispositivo de procesamiento. Esto puede ser indeseable o bien no posible, dado que se empeora por ejemplo el material a temperaturas más altas en sus propiedades con respecto a la manipulación, por ejemplo en cuanto a la formación de mezcla de reacción o la calidad. Como contramedida podría estar previsto entonces que el material alimentado al dispositivo de procesamiento se calentara previamente en medida más baja y como consecuencia entra con temperatura más baja en el dispositivo de procesamiento, por ejemplo un horno (con o sin calcinador). La transferencia de calor más grande entonces al material mantiene las temperaturas de gas en el dispositivo de procesamiento en los límites previstos a pesar del elevado volumen de combustible.

Una idea básica de la invención es por tanto ajustar la temperatura del gas de escape que se alimenta al dispositivo de tratamiento de gases de escape mediante un intercambio de calor adaptado del gas de escape con el material que va a calentarse previamente, sin que a este respecto se vulneren las limitaciones establecidas desde el punto de vista técnico de procedimiento de las temperaturas de material en el dispositivo de procesamiento.

5 Según esto, un procedimiento genérico para el tratamiento de gases de escape en un dispositivo de tratamiento de gases de escape, en el que el gas de escape procede de un dispositivo de procesamiento para el procesamiento mecánico y/o térmico de un material inorgánico y en el que el gas de escape calienta previamente el material que se alimenta al dispositivo de procesamiento mediante intercambio de calor, en el que la temperatura del gas de escape
10 que entra en el dispositivo de tratamiento de gases de escape se ajusta mediante un intercambio de calor adaptado del gas de escape con el material en combinación con una generación de calor adaptada en el dispositivo de procesamiento, está caracterizado por que una influencia de un intercambio de calor variable durante el calentamiento previo del material sobre las temperaturas en el dispositivo de procesamiento se compensa mediante una adaptación de la generación de calor en el dispositivo de procesamiento.

15 Una instalación de acuerdo con la invención, adecuada para la realización de un procedimiento de acuerdo con la invención comprende al menos un dispositivo de procesamiento para el procesamiento mecánico y/o térmico de un material inorgánico, que presenta un dispositivo de generación de calor, un dispositivo de tratamiento de gases de escape que sigue al dispositivo de procesamiento, con respecto a la dirección de flujo del gas de escape que
20 procede del dispositivo de procesamiento, así como un precalentador del material dispuesto entre el dispositivo de procesamiento y el dispositivo de tratamiento de gases de escape, en el que se realiza una transferencia de calor desde el gas de escape al material, en la que el precalentador del material comprende una o - preferentemente - varias etapas de intercambiador de calor. En el caso del dispositivo de procesamiento puede tratarse en particular de un horno, por ejemplo para la cocción de clinkers de cemento. El dispositivo de procesamiento puede
25 comprender también - además de un horno de este tipo, un dispositivo para la calcinación (calcinador) y/o para la adición de combustible adicional. Una instalación de este tipo, en la que una primera alimentación para el material, con respecto a la dirección del paso del material por el precalentador del material, está dispuesta delante de una etapa de intercambiador de calor y una segunda alimentación para el material, con respecto a la dirección del paso del material por el precalentador del material, está dispuesta detrás de esta etapa de intercambiador de calor, está
30 caracterizada por un dispositivo de control, por medio del cual el material puede dividirse de manera necesaria en la primera alimentación y la segunda alimentación para influir sobre la temperatura del gas de escape que entra en el dispositivo de tratamiento de gases de escape, y un dispositivo de control por medio del cual puede ajustarse una introducción de calor por el dispositivo de generación de calor en el dispositivo de procesamiento, en la que el dispositivo de control/los dispositivos de control está configurado/están configurados de manera que una influencia de un intercambio de calor variable durante el calentamiento previo del material sobre las temperaturas en el
35 dispositivo de procesamiento se compensa mediante una adaptación de la generación de calor en el dispositivo de procesamiento.

40 A este respecto es la correspondiente etapa de intercambiador de calor preferentemente aquella por la pasa en primer lugar el material durante el paso por el precalentador del material. Debido a ello puede conseguirse que el intercambio de calor desde el gas de escape al material se realice principalmente en la o las etapas de intercambiador de calor que se encuentran más próximas al dispositivo de procesamiento. Esto puede repercutir positivamente en pérdidas de presión en el precalentador del material así como en un calcinador conectado eventualmente al precalentador del material.

45 En el caso del dispositivo de procesamiento puede tratarse preferentemente de un horno, por ejemplo horno rotativo tubular, con o sin calcinador. El horno puede servir además preferentemente para la cocción de clinkers de cemento. En el caso del material que va a procesarse puede tratarse según esto preferentemente de harina cruda de cemento. Bajo esto se encuentran también instalaciones del sector de la industria mineral según el principio similar.
50 A este respecto puede tratarse por ejemplo del procesamiento de menas en el horno rotativo tubular con intercambiador de calor conectado previamente, tal como por ejemplo menas de vanadio o también de hornos de cal o dolomita.

55 El precalentador del material puede estar configurado en particular en forma de un precalentador ciclónico de varias etapas (por ejemplo cuatro, cinco o seis etapas), cuya estructura y modo de funcionamiento se conocen en general.

60 Para evitar que mediante la adaptación del intercambio de calor en el precalentador del material se vean influidas negativamente las temperaturas en el dispositivo de procesamiento, está previsto en el procedimiento de acuerdo con la invención por otro lado compensar una influencia de este tipo de un intercambiador de calor variable en el precalentador del material mediante una adaptación de la generación de calor en el dispositivo de procesamiento. El dispositivo de procesamiento de la instalación de acuerdo con la invención presenta para ello un dispositivo de generación de calor, en el que puede ajustarse una introducción de calor en el dispositivo de procesamiento (o bien el gas de procedimiento usado en éste) por el dispositivo de generación de calor por medio de un dispositivo de control.
65

Dado que la generación de calor en el dispositivo de procesamiento también tiene una influencia sobre la temperatura del gas de escape que entra en el dispositivo de tratamiento de gases de escape, puede conseguirse mediante la combinación de las dos medidas que la temperatura del gas de escape pueda ajustarse hasta un intervalo de temperatura previsto para el dispositivo de tratamiento de gases de escape, sin que repercuta esto negativamente sobre las temperaturas en el dispositivo de procesamiento. Como resultado puede conseguirse, por consiguiente, una introducción de calor adicional en el gas de escape, de manera que éste deba alcanzar una temperatura adecuada para el dispositivo de tratamiento posterior de gas de escape, mediante una generación de calor elevada en el dispositivo de procesamiento, haciéndose pasar la energía térmica adicional mediante una transferencia de calor reducida (es decir más baja que lo posible como máximo con el precalentador del material) del gas de escape al material por el precalentador del material y por consiguiente estando a disposición en el dispositivo de tratamiento de gases de escape. Puede prescindirse debido a ello de un calentador auxiliar conectado posteriormente al precalentador del material.

Para conseguir una velocidad de conversión lo más alta posible para sustancias nocivas contenidas en el gas de escape también a temperaturas de gas de escape comparativamente bajas, puede estar previsto preferentemente que el dispositivo de tratamiento de gases de escape comprenda un dispositivo de catalizador.

El dispositivo de catalizador puede comprender en particular un catalizador de oxidación, en particular catalizador de oxidación que contiene metal nobel, mediante el cual puede conseguirse en particular una reducción de monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos de carbono (THC) contenidos en el gas de escape. Adicionalmente o como alternativa puede comprender el dispositivo de catalizador también un catalizador de reducción, mediante el cual pueden convertirse en particular óxidos de nitrógeno (NOx).

Siempre que esté prevista tanto la integración de un catalizador de oxidación como también de un catalizador de reducción, puede estar previsto preferentemente que el catalizador de oxidación esté dispuesto en dirección de flujo del gas de escape delante del catalizador de reducción. Es igualmente posible un orden inverso de los catalizadores.

Un intervalo de temperatura teórico del gas de escape en la entrada en el catalizador de oxidación, que puede definirse también en forma de un valor de temperatura individual, se encuentra ventajosamente entre 150 °C y 650 °C, preferentemente entre 180 °C y 550 °C, más preferentemente entre 220 °C y 450 °C y de manera especialmente preferente entre 250 °C y 390 °C. A este respecto no debe coincidir el intervalo de temperatura teórico con los intervalos de temperatura definidos de manera cuantitativa, sino que puede representar más bien también un intervalo parcial de los mismos.

Un intervalo de temperatura teórico del gas de escape en la entrada en el catalizador de reducción, que puede definirse también en forma de un valor de temperatura individual, se encuentra ventajosamente entre 150 °C y 420 °C, preferentemente entre 180 °C y 400 °C, de manera especialmente preferente entre 220 °C y 380 °C. A este respecto no debe coincidir el intervalo de temperatura teórico con los intervalos de temperatura definidos de manera cuantitativa, sino que puede representar más bien también un intervalo parcial de los mismos.

En una configuración adicionalmente preferente de la instalación de acuerdo con la invención puede estar previsto que el dispositivo de control esté configurado como dispositivo de regulación, que regula la división del material y/o la introducción de calor en el gas de escape por el dispositivo de generación de calor dependiendo de un intervalo de temperatura teórico para el gas de escape en la entrada en el dispositivo de tratamiento de gases de escape (al menos de manera parcialmente automática). Como alternativa o adicionalmente puede servir como parámetro de regulación para la división del material y/o la introducción de calor también una medición de emisión aguas arriba, dentro y/o aguas abajo del dispositivo de tratamiento de gases de escape.

En una configuración de la instalación de acuerdo con la invención con un catalizador de oxidación y un catalizador de reducción conectado posteriormente a éste, puede estar previsto ventajosamente que un agente de reducción usado para las reacciones en el catalizador de reducción, en particular que contiene amoníaco, se introduce a través de un dispositivo de dosificación en el gas de escape, que está dispuesto entre el catalizador de oxidación y el catalizador de reducción. Debido a ello puede evitarse que el catalizador de oxidación se solicite con gas de escape que está mezclado ya con el agente de reducción. Debido a ello puede evitarse en particular que se quemé el agente de reducción en el catalizador de oxidación, lo que de lo contrario podría reducir fuertemente la eficacia de una oxidación de monóxido de carbono e hidrocarburos orgánicos.

El dispositivo de dosificación puede estar configurado preferentemente de manera regulable, realizándose una regulación dependiendo de en particular las concentraciones de óxido de nitrógeno en el gas de escape. Estas concentraciones de óxido de nitrógeno que oscilan fuertemente en muchos casos pueden determinarse en cualquier sitio aguas arriba del catalizador de reducción por medio de un correspondiente dispositivo de medición.

Además, con una configuración de la instalación de acuerdo con la invención con un catalizador de oxidación y un catalizador de reducción conectado posteriormente a éste puede estar previsto ventajosamente que entre el catalizador de oxidación y el catalizador de reducción esté dispuesto un dispositivo de refrigeración para el gas de escape. Debido a ello puede conseguirse que al catalizador de oxidación, que en dirección de flujo del gas de

escape está conectado previamente al catalizador de reducción, pueda alimentarse gas de escape con una temperatura comparativamente alta, sin que esto estuviera unido con una temperatura de gas de escape indeseablemente alta en el catalizador de reducción. Además, mediante el dispositivo de refrigeración puede anularse también una introducción de calor en el gas de escape justificada mediante la oxidación exotérmica de en particular monóxido de carbono e hidrocarburos orgánicos en el catalizador de oxidación. El dispositivo de refrigeración está diseñado preferentemente de manera que pueda conseguirse el intervalo de temperatura teórico ya descrito anteriormente para el gas de escape en la entrada en el catalizador de reducción. De manera especialmente preferente puede estar previsto que pueda ajustarse la potencia de refrigeración del dispositivo de refrigeración para reaccionar en temperaturas distintas del gas de escape que abandona el catalizador de oxidación. En particular puede regularse la potencia de refrigeración del dispositivo de refrigeración también por medio de un dispositivo de regulación dependiendo de la temperatura del gas de escape en la entrada en el catalizador de reducción.

El dispositivo de refrigeración puede comprender preferentemente un dispositivo de dosificación para agua o una solución acuosa. La acción de refrigeración se basa entonces en la energía necesaria para la evaporación del agua o de la solución acuosa, que se extrae del gas de escape.

A este respecto puede estar configurado el dispositivo de dosificación para agua o una solución acuosa de manera integral con un dispositivo de dosificación para agente de reducción, es decir mediante un dispositivo de boquilla común puede introducirse una solución acuosa de agente de reducción en el gas de escape.

Ventajosamente puede estar previsto entonces aún que el dispositivo de dosificación integral no presente ninguna recirculación para la solución acuosa de agente de reducción desde el dispositivo de boquilla hacia un recipiente de almacenamiento del dispositivo de dosificación integral, dado que da una recirculación de este tipo dificultaría la capacidad de regulación de la dosificación del agente de reducción en el agua. Esto dificultaría una rápida capacidad de regulación de la dosificación de agente de reducción dependiendo de las concentraciones de óxido de nitrógeno que eventualmente oscilan fuertemente en el gas de escape.

Preferentemente puede estar previsto que por el catalizador de oxidación, el catalizador de reducción y los dispositivos de dosificación para el agente de reducción así como agua o una solución acuosa en una carcasa fluya de arriba abajo el gas de escape. A este respecto puede presentar la carcasa además preferentemente una sección transversal esencialmente constante.

En una configuración adicionalmente preferente de la instalación de acuerdo con la invención puede estar previsto además aún un dispositivo de separación de polvo para el dispositivo de tratamiento de gases de escape, mediante el cual puede impedirse una deposición de polvo sobre elementos del dispositivo de catalizador y/o puede separarse de nuevo polvo ya depositado. Este dispositivo de separación de polvo puede estar configurado por ejemplo en forma de un soplador de polvo en sí conocido, en particular de un soplador de polvo diseñado para su uso en instalaciones de mecanizado de cemento. Siempre que el dispositivo de tratamiento de gases de escape comprenda varios componentes espacialmente separados, por ejemplo un catalizador de oxidación y un catalizador de reducción, puede estar previsto también para varios o todos estos componentes en cada caso un dispositivo de separación de polvo.

La integración de uno o varios dispositivos para la extracción de polvo en la instalación de acuerdo con la invención puede ser práctica, en particular debido a las cantidades de polvo contenidas en el gas de escape, cuando un filtro de polvo se conecta en dirección de flujo del gas de escape con el dispositivo de tratamiento de gases de escape. En el caso de una denominada disposición "High-Dust" del dispositivo de tratamiento de gases de escape puede ascender concretamente el contenido en polvo en el gas de escape, al menos cuando por medio del dispositivo de procesamiento se cuecen clinkers de cemento, a hasta 100 g/Nm³ o incluso superarse.

El dispositivo de tratamiento de gases de escape de la instalación de acuerdo con la invención puede comprender como alternativa o adicionalmente a un dispositivo de catalizador un dispositivo para la oxidación térmica (regenerativa). Con un dispositivo de oxidación térmico de este tipo no se reduce la temperatura necesaria para la oxidación mediante un material de catalizador, de manera que ésta sea adecuada en particular también para el tratamiento de gases de escape que contienen venenos de catalizador. La temperatura del gas de escape necesaria para la oxidación térmica, que para la conversión de hidrocarburos en dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O) se encuentra a aprox. 800 °C, podría generarse a este respecto – de manera complementaria al ajuste de la temperatura a través de un intercambio de calor adaptado del gas de escape con el material que va a calentarse previamente y la generación de calor adaptada en el dispositivo de procesamiento – también mediante medidas regenerativas. A este respecto se extraería energía térmica del gas de escape aguas abajo del dispositivo de oxidación térmica y esta energía térmica se usaría entonces para el calentamiento adicional del gas de escape aguas arriba del dispositivo de oxidación térmica. Para ello pueden estar previstos por ejemplo al menos dos almacenadores de calor con preferentemente masas almacenadoras cerámicas, de las cuales por una se hace fluir gas de escape aguas arriba del dispositivo de oxidación térmica y por la otra se hace fluir gas de escape aguas abajo del dispositivo de oxidación térmica, cambiándose de manera cíclica su integración en el flujo de gas de

escape. Una instalación de este tipo puede contener a este respecto también adicionalmente elementos para la reducción u oxidación catalítica.

5 El ajuste de la temperatura de acuerdo con la invención para garantizar un intervalo de temperatura del gas de escape lo más ideal posible puede aplicarse también en el caso por ejemplo de un dispositivo de tratamiento de gases de escape para otras sustancias nocivas, tal como por ejemplo azufre.

10 El uso de artículos indeterminados (“un”, “una”, “uno” etc.), en particular en las reivindicaciones y la parte de la descripción que explican éstas, ha de entenderse como tal y no como uso de numerales. Este uso ha de entenderse por consiguiente de modo que los elementos caracterizados con esto estén presentes al menos una vez y puedan estar presentes varias veces.

15 La invención se explica en más detalle a continuación por medio de un ejemplo de realización representado en los dibujos. En el dibujo muestra la figura 1: una instalación de acuerdo con la invención en una representación esquemática.

20 La instalación representada en la figura 1 sirve para la fabricación de clinker de cemento, que se somete a cocción en un dispositivo de procesamiento en forma de un horno rotativo tubular 1 a partir de harina cruda de cemento. Para ello se dispersa la harina cruda de cemento finamente molida que comprende partes constituyentes orgánicas, en gases de combustión calientes que proceden del horno rotativo tubular 1 y de un calcinador (15) opcionalmente existente, expulsándose las partes constituyentes orgánicas de la harina cruda de cemento y quemándose de manera incompleta.

25 Al horno rotativo tubular 1 está conectado previamente, con respecto a la dirección de paso del material (harina cruda de cemento o bien clinker de cemento), un precalentador del material 2 en forma de un precalentador ciclónico de varias etapas con calcinador 15 integrado. En el precalentador del material 2 se hace fluir por la harina cruda de cemento en varias etapas gas de escape que procede del horno rotativo tubular 1 y se arrastra y a continuación se separa en un ciclón de la respectiva etapa de precalentador de nuevo del flujo de gas de escape. El precalentador ciclónico presenta, tal como habitualmente, una estructura vertical de modo que la harina cruda de cemento, en tanto que se arrastre por el flujo de gas de escape, se mueve principalmente en contra de la dirección de la fuerza de la gravedad y tras la separación en los ciclones de manera condicionada por la fuerza de la gravedad cae a la siguiente etapa de precalentador. Son igualmente posibles otros tipos habituales de calentamiento previo, tal como por ejemplo reactores de tiempo de permanencia escalonados.

35 La harina cruda de cemento se alimenta a través de una alimentación de harina cruda de cemento 3 en la instalación y se alimenta al precalentador del material 2. A este respecto se realiza una división de la harina cruda de cemento en una primera alimentación 4, que, con respecto a la dirección del paso de la harina cruda de cemento por el precalentador del material 2, está dispuesta delante de la primera etapa de intercambiador de calor 6 (en este caso superior) y una segunda alimentación 5. La harina cruda de cemento introducida a través de esta primera alimentación 4 en el precalentador del material 2 participa por consiguiente en un intercambio de calor con el gas de escape en esta primera etapa de intercambiador de calor 6 (y también todas las otras etapas de intercambiador de calor). La segunda alimentación 5 está dispuesta, con respecto a la dirección del paso de la harina cruda de cemento por el precalentador del material 2, detrás de la primera etapa de intercambiador de calor 6. La harina cruda de cemento introducida a través de esta segunda alimentación 5 en el precalentador del material 2 no participa por consiguiente en un intercambio de calor con el gas de escape en la primera etapa de intercambiador de calor 6, sin embargo en todas las otras etapas de intercambiador de calor. Cuando una parte de la harina cruda de cemento no pasa todas las etapas de intercambiador de calor, permanece la transferencia de calor total desde el gas de escape al material que va a calentarse previamente por debajo de un máximo específico de la instalación y dependiente de los parámetros de funcionamiento, lo que tiene tanto una influencia sobre la temperatura de la harina cruda de cemento calentada previamente como también sobre la temperatura del gas de escape que abandona el precalentador del material 2.

55 Las magnitudes de los flujos de harina cruda de cemento alimentados a través de la primera alimentación 4 y la segunda alimentación 5 en el precalentador del material 2 pueden ajustarse según la necesidad a través de un dispositivo de control 7. Esto permite en consecuencia un ajuste según la necesidad de la temperatura del gas de escape que abandona el precalentador del material 2, que a continuación se alimenta a un dispositivo de tratamiento de gases de escape 8 con un dispositivo de catalizador. De manera concreta está configurado el dispositivo de control 7 a este respecto como dispositivo de regulación, que, dependiendo de una temperatura medida del gas de escape que entra en el dispositivo de tratamiento de gases de escape 8, regula la magnitudes de los flujos de harina cruda de cemento introducidos a través de la primera alimentación 4 y la segunda alimentación 5 en el precalentador del material 2 de manera que se encuentre la temperatura de gas de escape medida en un intervalo de temperatura teórico. Este intervalo de temperatura teórico se selecciona a este respecto en cuanto a una velocidad de reducción a ser posible alta para sustancias nocivas por medio de un catalizador de oxidación 9 de múltiples capas del dispositivo de tratamiento de gases de escape 8.

65

En dirección de flujo del gas de escape está conectado posteriormente al catalizador de oxidación 9 un catalizador de reducción 10 de varias capas. Éste se basa en el principio de la reducción catalítica selectiva de en particular óxidos de nitrógeno. Para ello se añade al gas de escape de manera conocida aguas arriba del catalizador de reducción 10 (y aguas abajo del catalizador de oxidación 9) un agente de reducción en forma de hidróxido de amonio, que se caracteriza en comparación con (el uso igualmente posible de) urea como agente de reducción en particular por un segmento de evaporación más corto. Además se liberaría de urea durante la descomposición monóxido de carbono. En el catalizador de reducción 10 se reducen los óxidos de nitrógeno con el amoníaco para dar nitrógeno y agua así como se reducen además las proporciones de THC aún contenidas en el gas de escape.

El catalizador de oxidación 9 y el catalizador de reducción 10 están integrados en la misma carcasa 11 del dispositivo de tratamiento de gases de escape 8.

La temperatura del gas de escape que abandona el catalizador de oxidación 9 es demasiado alta para una sollicitación duradera del catalizador de reducción 10. Esto es el caso en particular en instalaciones de tratamiento de gases de escape, cuyo gas de escape minerales de arcilla, anhídrido y proporciones superiores de calcita, tal como es habitual en la industria del cemento y en el procesamiento de menas. En particular, las altas temperaturas de este tipo del gas de escape que entra en el catalizador de reducción 10 provocaría su desactivación relativamente rápida. La instalación presenta, por tanto, un dispositivo de refrigeración para el gas de escape que va a introducirse en el catalizador de reducción 10. Este dispositivo de refrigeración está configurado en forma de un dispositivo de dosificación 12 para agua, que está configurado de manera integral con un dispositivo de dosificación 13 para el hidróxido de amonio. Una mezcla de hidróxido de amonio y agua se introduce por consiguiente a través de un dispositivo de boquilla 14 común en el flujo de gas de escape. El agua introducida se evapora en el flujo de gas de escape y retira éste debido a ello energía térmica que conduce a una reducción de la temperatura del flujo de gas de escape total, que comprende entonces también el agua evaporada e hidróxido de amonio. Debido a ello se limita la temperatura del gas de escape que entra en el catalizador de reducción 10 a preferentemente como máximo 380 °C.

El intercambio de calor adaptado y en particular reducido en comparación con la máxima potencia de intercambio de calor del precalentador del material 2 desde el gas de escape a la harina cruda de cemento que va a calentarse previamente influye no solo en la temperatura del gas de escape que entra en el dispositivo de tratamiento de gases de escape 8 sino también en la temperatura de la harina cruda de cemento que entra en el horno rotativo tubular 1. En particular, esta temperatura de la harina cruda de cemento calentada previamente puede ser relativamente baja, lo que puede compensarse sin embargo mediante un elevado volumen de combustible en uno o varios quemadores (18, 19), que sirven como dispositivo de generación de calor, del horno rotativo tubular 1 o – siempre que estén presentes – del calcinador 15. A este respecto puede ajustarse el volumen de combustible y con ello la introducción de calor en el horno rotativo tubular 1 así como en el gas de escape por medio un dispositivo de control o bien puede regularse por medio de un dispositivo de regulación. A este respecto, la temperatura del gas de escape que entra en el dispositivo de tratamiento de gases de escape 8 representa una magnitud de regulación para el volumen de combustible. Como alternativa o adicionalmente pueden servir también otros parámetros como magnitud de regulación, por ejemplo una temperatura de gas en el calcinador 15 de la instalación opcionalmente existente.

En el calcinador 15 puede realizarse una calcinación previa de la harina cruda de cemento ya calentada previamente en el precalentador ciclónico, que se calcina de manera acabada a continuación en el horno rotativo tubular 1 para dar clinker de cemento. Para el calentamiento y la desacidificación de la harina cruda de cemento durante la calcinación previa en el calcinador se usan gas de escape extraído del horno rotativo tubular 1 y aire de refrigeración calentado de un refrigerador de clinker 17 conectado posteriormente al horno rotativo tubular 1 (con respecto a la dirección de paso del clinker de cemento), que se alimenta a través de una conducción de aire terciario 16 al calcinador 15. La separación del material calcinado previamente en el calcinador 15 del gas de escape o del aire de refrigeración se realiza a este respecto en el ciclón de la última etapa de intercambiador de calor del precalentador del material 2.

Números de referencia:

- 1 horno rotativo tubular
- 2 precalentador del material
- 3 alimentación de harina cruda de cemento
- 4 primera alimentación
- 5 segunda alimentación
- 6 primera etapa de intercambiador de calor
- 7 dispositivo de control
- 8 dispositivo de tratamiento de gases de escape
- 9 catalizador de oxidación
- 10 catalizador de reducción
- 11 carcasa
- 12 dispositivo de dosificación para agua
- 13 dispositivo de dosificación para hidróxido de amonio
- 14 dispositivo de boquilla

ES 2 705 754 T3

- 15 calcinador
- 16 conducción de aire terciario
- 17 refrigerador de clinker
- 18 quemador
- 5 19 quemador

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el tratamiento de gases de escape en un dispositivo de tratamiento de gases de escape (8) de una instalación, en donde el gas de escape se extrae de un dispositivo de procesamiento para el procesamiento mecánico y/o térmico de un material inorgánico de la instalación y en donde el material que va a alimentarse al dispositivo de procesamiento se calienta previamente mediante el gas de escape mediante intercambio de calor, en donde la temperatura del gas de escape que entra en el dispositivo de tratamiento de gases de escape (8) se ajusta mediante un intercambio de calor adaptado del gas de escape con el material en combinación con una generación de calor adaptada en el dispositivo de procesamiento, **caracterizado por que** una influencia de un intercambio de calor variable durante el calentamiento previo del material sobre las temperaturas en el dispositivo de procesamiento se compensa mediante una adaptación de la generación de calor en el dispositivo de procesamiento.
2. Instalación con un dispositivo de procesamiento para el procesamiento mecánico y/o térmico de un material inorgánico, que presenta un dispositivo de generación de calor, un dispositivo de tratamiento de gases de escape (8) que sigue al dispositivo de procesamiento, con respecto a la dirección de flujo del gas de escape que procede del dispositivo de procesamiento, un precalentador del material (2) dispuesto entre el dispositivo de procesamiento y el dispositivo de tratamiento de gases de escape (8), en el que se realiza una transferencia de calor desde el gas de escape al material, en donde el precalentador del material (2) comprende una o varias etapas de intercambiador de calor (6), en donde una primera alimentación (4) para el material, con respecto a la dirección del paso del material por el precalentador del material (2), está dispuesta delante de una etapa de intercambiador de calor (6) y una segunda alimentación (5) para el material, con respecto a la dirección del paso del material por el precalentador del material (2), está dispuesta detrás de esta etapa de intercambiador de calor (6), **caracterizada por** un dispositivo de control (7), por medio del cual puede dividirse el material de manera necesaria en la primera alimentación (4) y la segunda alimentación (5) para influir en la temperatura del gas de escape que entra en el dispositivo de tratamiento de gases de escape (8), y un dispositivo de control por medio del cual puede ajustarse una introducción de calor por el dispositivo de generación de calor en el dispositivo de procesamiento, en donde el dispositivo de control/los dispositivos de control (7) está configurado/están configurados de manera que una influencia de un intercambio de calor variable durante el calentamiento previo del material sobre las temperaturas en el dispositivo de procesamiento se compensa mediante una adaptación de la generación de calor en el dispositivo de procesamiento.
3. Instalación de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizada por que** el precalentador del material (2) está configurado como precalentador ciclónico.
4. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 o 3, **caracterizada por que** el dispositivo de tratamiento de gases de escape (8) comprende un dispositivo de catalizador.
5. Instalación de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizada por que** el dispositivo de catalizador comprende un catalizador de oxidación (9) y/o un catalizador de reducción (10).
6. Instalación de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizada por que** el catalizador de oxidación (9) está dispuesto en dirección de flujo del gas de escape delante del catalizador de reducción (10).
7. Instalación de acuerdo con las reivindicaciones 5 o 6, **caracterizada por que** el dispositivo de control/los dispositivos de control (7) está configurado/están configurados de manera que se ajusta un intervalo de temperatura teórico del gas de escape en la entrada en el catalizador de oxidación (9) de entre 150 °C y 650 °C, preferentemente de entre 180 °C y 550 °C, de manera especialmente preferente de entre 220 °C y 450 °C.
8. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizada por que** el dispositivo de control/los dispositivos de control (7) está configurado/están configurados de manera que se ajusta un intervalo de temperatura teórico del gas de escape en la entrada en el catalizador de reducción (10) de entre 150 °C y 420 °C, preferentemente de entre 180 °C y 400 °C, de manera especialmente preferente de entre 220 °C y 380 °C.
9. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 8, **caracterizada por que** el dispositivo de control (7) está configurado como dispositivo de regulación, que regula la división del material y/o la introducción de calor en el gas de escape mediante el dispositivo de generación de calor dependiendo de un intervalo de temperatura teórico para el gas de escape en la entrada en el dispositivo de tratamiento de gases de escape (8).
10. Instalación de acuerdo con la reivindicación 6 o una de las reivindicaciones dependientes de la reivindicación 6, **caracterizada por** un dispositivo de dosificación (13) para un agente de reducción, dispuesto entre el catalizador de oxidación (9) y el catalizador de reducción (10).
11. Instalación de acuerdo con la reivindicación 6 o una de las reivindicaciones dependientes de la reivindicación 6, **caracterizada por** un dispositivo de refrigeración para el gas de escape, dispuesto entre el catalizador de oxidación (9) y el catalizador de reducción (10).
12. Instalación de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizada por que** el dispositivo de refrigeración comprende

un dispositivo de dosificación (12) para agua o una solución acuosa, dispuesto entre el catalizador de oxidación (9) y el catalizador de reducción (10).

5 13. Instalación de acuerdo con la reivindicación 10 y la reivindicación 12, **caracterizada por que** el dispositivo de dosificación (13) para el agente de reducción y el dispositivo de dosificación (12) para agua o una solución acuosa están configurados de manera integral.

10 14. Instalación de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizada por que** el dispositivo de dosificación integral (12, 13) no presenta ninguna recirculación para una mezcla que comprende agua y agente de reducción desde un dispositivo de boquilla (14) hacia un recipiente de almacenamiento del dispositivo de dosificación.

15 15. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 14, **caracterizada por** un dispositivo para la extracción de polvo para el dispositivo de tratamiento de gases de escape.

15 16. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 15, **caracterizada por** un filtro de polvo para el gas de escape, que está dispuesto en dirección de flujo del gas de escape delante o tras el dispositivo de tratamiento de gases de escape (8).

20 17. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 16, **caracterizada por que** el dispositivo de tratamiento de gases de escape (8) comprende un dispositivo para la oxidación térmica.

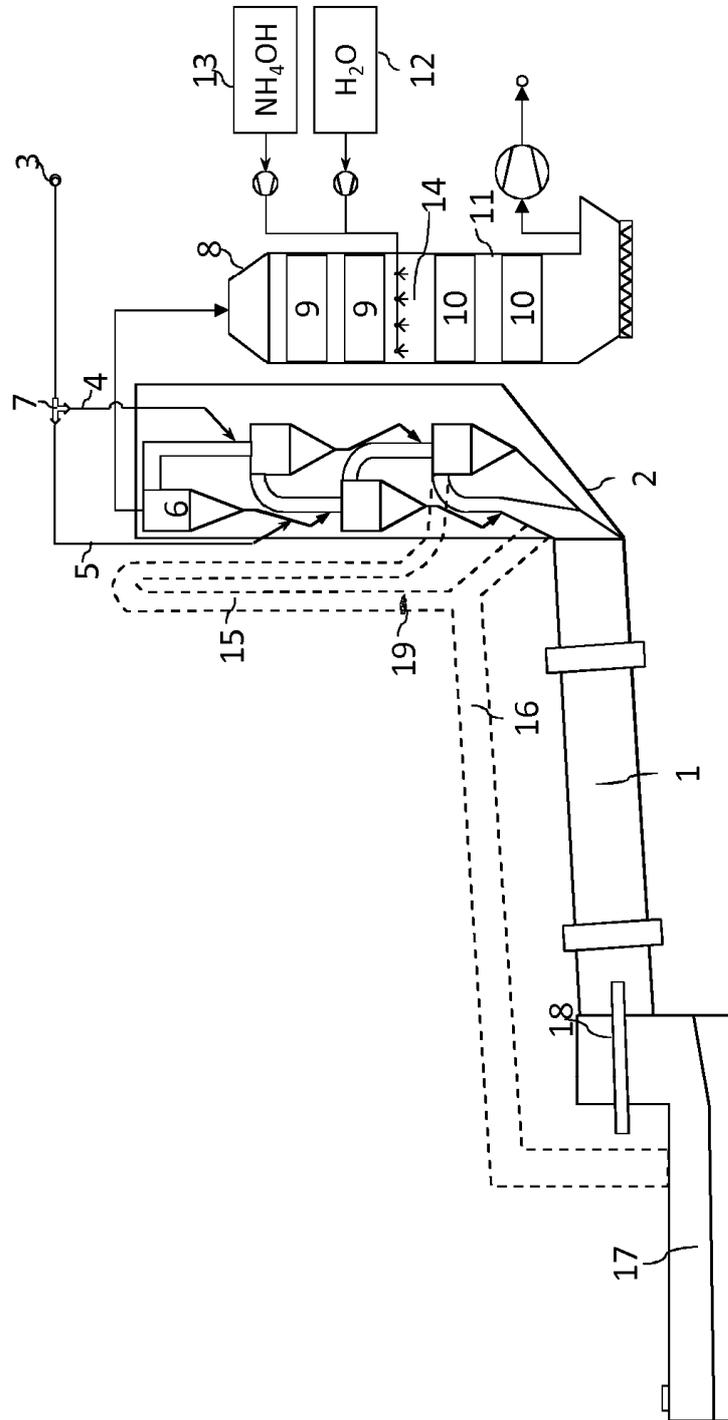


Fig. 1