(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 581 581**

(51) Int. Cl.:

B01D 53/56 (2006.01)
B01D 53/79 (2006.01)
B05B 1/26 (2006.01)
F23J 15/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.10.2011** **E 11781433 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016** **EP 2635365**

(54) Título: **Procedimiento y dispositivo para la desnitrificación no catalítica de gases de escape de instalaciones de combustión**

(30) Prioridad:

05.11.2010 DE 102010050334

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.09.2016

(73) Titular/es:

GENERAL ELECTRIC TECHNOLOGY GMBH (100.0%)
Brown Boveri Strasse 7
5400 Baden, CH

(72) Inventor/es:

KRÜGER, JÖRG

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 581 581 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 y dispositivo para la desnitrificación no catalítica de gases de escape de instalaciones de combustión

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para la desnitrificación no catalítica de gases de escape de instalaciones de combustión por medio de soluciones de amoniaco y/o de urea.

Hasta ahora en las plantas de calderas se están empleando instalaciones de desnitrificación a escala industrial que usan amoniaco y urea con oxígeno, de por sí existente en el gas de combustión, para la transformación de los compuestos de óxido de nitrógeno en agua y nitrógeno. Mientras que el amoniaco se puede emplear tanto en el procedimiento catalítico selectivo (SCR) como en el procedimiento no catalítico selectivo (SNCR), la urea sólo se utiliza en el procedimiento no catalítico selectivo.

En el procedimiento no catalítico selectivo no se utiliza ningún catalizador. Las soluciones de amoniaco o urea se aportan al hogar a través de boquillas de dos fluidos para que reaccionen con los óxidos de nitrógeno a temperaturas de gas de combustión de entre 850ºC y 1000ºC.

En el documento EP A 0 326 943 se describe una de estas boquillas de dos fluidos para la inyección de amoniaco.

En la patente DE 197 28 344 se describe la manera de inyectar en la caldera urea disuelta en agua a través de una boquilla de dos fluidos dispuesta en la cámara de gas de combustión de la caldera. Como agentes de propulsión para la mezcla de la urea con el gas de combustión se indican especialmente aire comprimido, vapor o gas de escape recirculado. Se pretende obtener una mezcla intensa de los reactivos con los gases de escape.

Unas temperaturas de gas de combustión más elevadas dan lugar a que los reactivos se quemen, unas temperaturas más bajas pueden provocar una conversión parcial y concentraciones de amoniaco inadmisibles en el gas. En dependencia de la carga y del ensuciamiento de la caldera se tiene que cambiar la altura de la zona de inyección para realizar la inyección dentro de la ventana de temperaturas óptima.

En la patente DE 44 34 943 se indica que a través de boquillas de dos fluidos dispuestas al menos en un plano se inyectan reactivos en el gas de proceso, gas de escape o gas de combustión en una ventana de temperaturas de 800ºC – 1200ºC, otras fuentes hablan de 850º C a 1050ºC. En la práctica, las boquillas se disponen por este motivo a dos, tres o cuatro alturas distintas en las paredes de las calderas. A través de mediciones y regulaciones muy precisas de las temperaturas se utilizan en cada caso las boquillas de dos fluidos más idóneas para la inyección de los reactivos. Las boquillas de dos fluidos se orientan en cuanto a posición y alineación de forma óptima por medio de una regulación compleja.

Como es lógico, la posición de la zona de inyección, en lo que se refiere a la temperatura de reacción óptima, sólo puede consistir en un compromiso dado que las posiciones de las boquillas en los planos de la pared de caldera no se pueden cambiar de manera continua y que, por razones estructurales, la distancia de estos planos tampoco puede ser muy pequeña.

En la patente DE 37 22 523 se describe un dispositivo con el que la atomización de amoniaco con aire comprimido a través de un soporte de lanza se puede llevar a cabo sin escalonamientos en el hogar.

El inconveniente de este dispositivo sometido a grandes cargas térmicas y químicas consiste en que, durante el funcionamiento no es posible realizar trabajos de mantenimiento en el dispositivo, por lo que la caldera se tiene que parar para los trabajos de mantenimiento en el dispositivo.

En la mayoría de los procedimientos SNCR se inyecta en el gas de combustión a tratar, como se describe por ejemplo el documento DE 44 34 943, una solución de amoniaco o de urea, una mezcla de estas dos soluciones con agentes de propulsión, por ejemplo vapor o aire comprimido, a través de boquillas de dos fluidos. Antes de la inyección se forma un chorro libre cuya velocidad horizontal desminuye rápidamente. La profundidad de penetración del chorro libre con el amoniaco vaporizado y/o agua en el flujo de gas de combustión vertical es demasiado pequeña. A pesar de la fina distribución del líquido y de la elevada velocidad de entrada de la neblina de líquido no se consigue mezclar de forma suficiente los reactivos y el flujo de gas de combustión. El impulso de la corriente de neblina a presiones y con cantidades de gas propulsor técnicamente justificables es demasiado débil como para poder garantizar una mezcla intensa con todo el gas de combustión a tratar. Los diámetros finos pretendidos de las gotas dan lugar a que la velocidad de las gotas sea prácticamente igual a la velocidad del gas en el chorro libre. La velocidad de las correspondientes capas de gas a mezclar de las calderas suele ser, para las gamas apropiadas para el procedimiento SNCR, de entre 5 y 10 m/s, la velocidad de gas vertical del gas de combustión de entre 4 y 6 m/s. Dado que las gotitas de agua más pequeña se evaporan con mayor rapidez que las gotas más grandes, la profundidad de penetración también queda limitada, independientemente del impulso inicial.

En el documento DE 37 22 523 se señalan resultados de medición que indican que al inyectar amoniaco a través de boquillas de dos fluidos desde la pared lateral de la caldera, no se puede conseguir una buena mezcla del gas de combustión y del amoniaco, especialmente en instalaciones de combustión con tiro de radiación de gas de combustión de mayor sección transversal. En este sentido se hace referencia al documento DE-OS 35 02 788.

La distribución uniforme pretendida del amoniaco se puede lograr en principio con la barra de boquillas rebajable indicada en el documento DE 37 22 523, pero a causa de las condiciones agresivas mencionadas y de la falta de posibilidad de mantenimiento el procedimiento no se ha podido imponer con este dispositivo.

El documento EP 0364712 A1 revela un dispositivo y un procedimiento para la desnitrificación no catalítica de gases de escape de instalaciones de combustión (SNCR) de óxidos de nitrógeno en el que el agente reductor se mezcla con un agente de dispersión en el tubo de alimentación central de una boquilla unitaria, por ejemplo una boquilla en abanico y se inyecta a continuación en el gas de combustión. El tamaño de las gotas viene determinado por la cantidad de agente de dispersión.

De acuerdo con el estado de la técnica las concentraciones de NOx se pueden bajar con el procedimiento SNCR, partiendo de aproximadamente 400 mg/Nm^3, a menos de 200 mg/Nm^3. El legislador pretende una reducción adicional a valores claramente inferiores a 100 mg/Nm^3. Conforme al estado de la técnica, por el momento esto no es posible sin una mayor emisión de amoniaco en el gas de escape de la instalación. Hasta la fecha los valores límite de esta emisión no se han establecido de manera uniforme en Alemania. Los valores límite de amoniaco admisibles para las distintas instalaciones se especifican respectivamente en la autorización y oscilan entre 10 y 50 mg/Nm$^{3.}$ El aumento de la concentración de amoniaco en el gas de escape resulta del mayor exceso estequiométrico necesario por el momento para una mayor capacidad de separación.

En el documento DE 196 00 869 se advierte, por ejemplo, de que se necesita un exceso estequiométrico de 2,0 con una capacidad de separación superior al 80 %.

El objetivo de la invención es el de salvar los inconvenientes antes descritos y de proporcionar un procedimiento así como un dispositivo que permitan rebajar las concentraciones de NOx especialmente a valores inferiores a 100 mg/Nm^3 sin rebasar los valores límite admisibles para el agente reductor, en especial el valor de emisión de amoniaco de 10 mg/Nm^3/h.

Este objetivo se consigue con un procedimiento y un dispositivo según las reivindicaciones.

La causa de la insuficiente reducción de NOx y de la elevada emisión de amoniaco radica sobre todo en la mala distribución de los agentes reductores en el gas de combustión en la ventana de temperaturas de 800ºC a 1000ºC apropiada para la reacción, que requiere un elevado exceso estequiométrico de los agentes reductores. Si el agente redutor se introduce en un gas de combustión demasiado frío, provoca a causa de la reacción deficiente una mayor emisión de amoniaco, a pesar de la buena distribución en el gas de combustión.

En el procedimiento según la invención un agente reductor se distribuye uniformemente, en una cantidad idóena por unidad de tiempo, en una zona preestablecida del gas de combustión por medio de una boquilla de ranura, formándose en el gas de combustión gotas del agente reductor de una película del agente reductor que sale de la boquilla de ranura y evaporándose las cantidades de agente reductor introducidas en el caudal de gas de combustión a tratar por unidad de tiempo antes de llegar a las paredes de la cámara de combustión.

Las gotas de líquido no se generan gracias al empleo de un agente de propulsión especialmente gaseoso. La pulverización del agente reductor a través de la boquilla se produce sin utilizar un agente de propulsión, especialmente sin utilizar gases de propulsión.

Esto se puede controlar con ayuda de mediciones, especialmente con mediciones ópticas y mediciones de la temperatura. Por medio de las mediciones de temperatura en las paredes de la cámara de combustión, por ejemplo, se puede comprobar si las paredes se enfrian debido a la evaporación de gotas en el material de la pared. Este procedimiento tiene la ventaja de que no se pretende ninguna mezcla energéticamente intensa de los reactivos con el gas de combustión o el flujo de gas de combustión mediante la introducción de impulsos de mezcla. Una distribución del agente reductor de estas características apenas influye en el flujo de gas de combustión.

En los ensayos básicos relativos al comportamiento de las gotas de agua se ha podido comprobar con sorpresa que con una boquilla de ranura, y a través de las medidas geométricas de la boquilla, se pueden producir gotas con un diámetro definido y con una velocidad de salida definida (véase al respecto la figura 3). Por medio de un ajuste específico del diámetro de las gotas, definido de aquí en adelante también como “tamaño de las gotas“, y por medio de la velocidad de las gotas, se consigue una penetración sin problemas incluso en las capas fuertes de gas de combustión que fluyen de forma más rápida.

Se prefiere, por lo tanto, que mediante una variación específica del orificio de la boquilla se regulen la cantidad de agente reductor inyectada por unidad de tiempo en el gas de combustión, con preferencia el tamaño de las gotas de agente reductor y la velocidad de salida de las gotas de manera que se atraviese cualquier zona de gases de combustión sin que las gotas choquen contra la pared de la caldera, dado que las mismas se evaporan antes de llegar a la misma. Hay que tener en cuenta que, poco después de salir de la boquilla, se suelen formar a partir de las cantidades de agente reductor que salen de forma líquida, debido a las fuerzas de cohesión en el líquido, gotas de agente reductor (según el tamaño de hasta 20 cm). El caso según la invención se refiere a gotas del agente reductor que se forman en el gas de combustión a partir de una película de agente reductor que sale de la boquilla. La formación de gotas a partir de una película de líquido es normal, sobre todo en caso de mayores cantidades de agente reductor inyectadas por unidad de tiempo. Por consiguiente, en lo que sigue también se hablará de “gotas“,

refiriéndose las mismas a las cantidades de agente reductor inyectadas por unidad de tiempo en el gas de combustión y que, a partir de una película, se desintegran y convierten en gotas.

Una variante de realización preferida de una boquilla de ranura es una boquilla en forma de ranura montada sobre un conducto para la aportación del agente reductor y/o un objeto situado delante de la salida del conducto de alimentación que sólo permite la salida lateral de la corriente de agente reductor.

La posición de la boquilla o de las boquillas en los tiros de radiación o en los gases de combustión se puede elegir en principio libremente, únicamente hay que adaptar el tamaño de las gotas. Sin embargo, a través de disposiciones especiales se pueden conseguir ventajas adicionales, dependiendo especialmente la temperatura del gas de combustión de la altura de posicionamiento.

Resulta especialmente ventajoso que la cota de altura de la boquilla se ajuste respecto a la temperatura para que la inyección se produzca en la gama de temperaturas previamente elegida. De esta manera se tiene además, aparte de la regulación a través del caudal del agente reductor, la posibilidad de una regulación a través de la cota de altura para lograr una inyección adecuada del agente reductor.

En una variante de realización preferida la boquilla se dispone en el centro del caudal de gas de combustión que se vaya a tratar a fin de garantizar una distancia lo más grande posible frente a todas las paredes de la caldera. De este modo se obtiene, con un esfuerzo lo más reducido posible, un gran provecho en lo que se refiere a la distribución y, a la vez, una forma de boquilla muy sencilla.

En otra variante de realización preferida se disponen varias boquillas regularmente distanciadas en la cámara de combustión. Esta disposición ofrece una ventaja especial en grandes cámaras de combustión.

En otra forma de realización preferida las boquillas se encuentran por el lado de los tiros de radiación. Esto resulta especialmente ventajoso cuando, por razones estructurales, no se puede acceder a través del techo de los tiros de radiación.

Sorprendentemente se ha podido comprobar además que mediante la variación del orificio de boquilla se puede ajustar, a través del perímetro de la boquilla, el tamaño de las gotas que salen especialmente en diferentes direcciones de la boquilla y, por consiguiente, la distancia de lanzamiento de las gotas en el gas de combustión caliente, sobre todo en función de la dirección (véase al respecto también la figura 4). Gracias a esta medida las gotas pueden fluir óptimamente por una superficie cuadrada por la que no fluyen los gases de combustión.

En un procedimiento preferido el agente reductor se inyecta en una zona del gas de combustión desde al menos una boquilla con orificio de boquilla regulable y/o cota de altura de boquilla regulable. Con preferencia el flujo de agente reductor se mide y se controla por medio de una unidad de presión, preferiblemente una bomba.

La temperatura de la zona de gases de combustión en la que se inyecta el agente reductor se mide preferiblemente de forma continua. La cota de altura y/o el orificio de la boquilla se adaptan automáticamente a la temperatura de gas de combustión óptima para la reacción.

La temperatura óptima se determina especialmente cambiando la cota de altura y/o el orificio de boquilla de forma sinusal a lo largo del tiempo, determinándose el máximo índice de rendimiento de NOx en condiciones por lo demás constantes.

A continuación la cota de altura y/o el orificio de la boquilla se regulan automáticamente de manera que la temperatura de gas de combustión medida con la boquilla sea constante.

En otra forma de realización se mide adicionalmente la concentración de NOx del gas de combustión después del tratamiento con el agente reductor y se ajusta la cantidad de agente reductor que se inyecta por unidad de tiempo en el gas de combustión de modo que la concentración de NOx se mueva siempre en una gama de valores predeterminada.

En una variante de realización preferida se puede controlar individualmente la aportación de disolvente, amoniaco y/o urea a la boquilla. De esta manera es posible cambiar la composición del agente reductor durante la ejecución del procedimiento.

Se determina especialmente la parte estequiométrica de amoniaco/urea a través de una medición de NOx y/o de NH_3. Esto se hace preferiblemente midiendo la concentración de NOx y/o de NH_3 del gas de combustión después del tratamiento con el agente reductor y ajustando los porcentajes de amoniaco/urea de forma que la concentración de NOx y/o de NH_3 se mueva siempre en una gama de valores preestablecida.

En otra forma de realización preferida el porcentaje de amoniaco/urea se regula por medio de una reacción previamente determinada en función de la temperatura y de la concentración de NOx medida.

Una regulación como ésta se consigue preferiblemente determinando la concentración de NOx en el gas de combustión y preferiblemente también la emisión de amoniaco después de que el gas de combustión haya pasado por la zona de inyección. De este modo se puede regular el porcentaje de amoniaco y/o urea.

En una variante de realización preferida se controla la temperatura de la boquilla o del conducto de alimentación de la boquilla y se incrementa, al rebasarse valores orientativos preestablecidos, la aportación del agente reductor o del

porcentaje de disolvente en el agente reductor para lograr un enfriamiento de la boquilla y de su conducto de alimentación.

Los agentes reductores preferidos contienen sustancias del grupo de amoniaco y urea, especialmente en forma de una solución en un disolvente, conteniendo el agente reductor preferiblemente una mezcla de las dos sustancias del grupo.

Un disolvente preferido presenta una temperatura de evaporación más alta que la del amoniaco, pero una temperatura más baja que la de la urea. El agua es un disolvente especialmente preferido. Una mezcla de amoniaco y urea en un disolvente de este tipo, especialmente en agua, ofrece la ventaja de que, a partir del momento de inyección del agente reductor en forma de gotas en el gas de combustión, se evapora en primer lugar el amoniaco en la trayectoria de vuelo de la gota. Una vez evaporado por completo el disolvente de la gota, la urea aportada se descompone en dióxido de carbono y amoniaco.

Por razones de simplificación, en la presente solicitud y en el sentido correspondiente se entiende por “agente reductor“ tanto el propio agente reductor en el sentido químico, como el respectivo disolvente.

Con preferencia las gotas tienen un diámetro de entre 0,01 y 10 mm, especialmente de entre 0,3 y 2 mm.

Las velocidades de salida de las gotas son preferiblemente del orden de entre 1 y 100 m/s, especialmente de entre 8 y 25 m/s.

El ángulo de vuelo de las gotas varía entre -10º y 60º resepcto a la horizontal. En este caso la boquilla se configura de manera adecuada.

Un dispositico según la invención presenta una disposición de boquillas a través de las cuales se inyecta el agente reductor líquido en una zona de los gases de combustión, al menos un aparato de medición que determina la temperatura de la zona de los gases de combustión en la que penetrarán las gotas y/o un aparato de medición que determina la concentración de NOx y/o de NH_3, así como un mecanismo para variar la cota de altura y/o el orificio de al menos una boquilla. De aquí en adelante se juntarán las definiciones de cota de altura y de cualquier otro orificio de la boquilla bajo el término de “orificio de boquilla“.

La particularidad inyectar el agente reductor en una zona de los gases de combustión comprende el hecho de que el agente reductor forme en primer lugar una película que a poca distancia de la boquilla se descompone en gotas. Este hecho, o sea, en general la introducción del agente reductor, se entiende en esta descripción también como “inyección en forma de gotas“ o “distribución en forma de gotas de líquido“.

En una variante de realización preferida una boquilla de ranura de dimensiones apropiadas se introduce a través del techo de la caldera hasta la zona de temperatura óptima, determinándose la misma a través de mediciones.

Cuando una boquilla de ranura se introduce a través de un dispositivo por el techo de la caldera, el agente reductor se puede distribuir a través del correspondiente dispositivo de regulación de altura, especialmente por medio de un dispositivo de regulación de altura sin escalonamientos, en el campo de temperatura óptimo para la reacción de transformación.

Este dispositivo ofrece la ventaja adicional de que la boquilla de ranura se puede extraer en cualquier momento del hogar para la realización de trabajos de mantenimiento. A estos efectos se introduce, en una posición aproximadamente igual, una boquilla de repuesto, poniéndola en funcionamiento. La medición de la temperatura del gas de combustión cerca de la boquilla de ranura permite una regulación rápida y segura de la óptima profundidad de introducción.

El orificio de boquilla o el tamaño de ranura oscilan preferiblemente entre 0,01 mm y 10 mm, especialmente entre 0,3 mm y 1,2 mm, y se pueden cambiar dentro de esta gama en función de la tarea de distribución.

En los dibujos se representan ejemplos del procedimiento según la invención y del dispositivo según la invención.

Las figuras muestran:

Figura 1 una representación de una típica caldera de incineración de desechos con una lanza de sonda de ranura introducida y el contorno de la trayectoria de la gota;

Figuras 2A y 2B una representación simbólica de la lanza de boquilla de ranura;

Figura 3 una representación gráfica de la dependencia del tamaño de gota de la altura de ranura;

Figura 4 una representación de la trayectoria de vuelo de las gotas en el gas de combustión de la caldera;

Figura 5 un diagrama de circulación y de funcionamiento;

Figura 6 un diagrama con los resultados de medición.

La figura 1 muestra una caldera de una instalación de incineración desechos con un hogar 1.1, la zona de inyección de aire secundario 1.2 y el tiro de radiación primero 1.3, segundo 1.4 y tercero 1.5. En el techo 1.6 del primer tiro de radiación se ha montado un orificio de paso de lanzas 1.7 a través del cual el portaviento 1.9 con una boquilla de ranura 1.10 variable se puede colocar, por medio de un manguito resistente al calor 1.8 o de un tubo resistente al

calor 1.8, con ayuda de un dispositivo para la regulación de la posición de altura de la boquilla (dispositivo de regulación de altura) 1.11, en la posición de altura óptima 1.12. Dispositivos de regulación de altura apropiadas podrían ser cables, cremalleras o un mecanismo de avance telescópico.

Adicionalmente se indica el contorno 1.13 de la trayectoria de las gotas del agente reductor que salen de la boquilla de ranura 1.10. Otros detalles relativos a la aportación de agente reductor a la lanza y a la boquilla así como a la estructura de la barra de boquillas en las figuras 2 y 5.

Las figuras 2A y 2B muestran la estructura del portaviento de ranura. El tubo 2.1, en el que se fija de manera centrada un vástago roscado 2.2, es un elemento especial. En el vástago roscado 2.2 se ha montado una placa de boquillas 2.3. El contorno de la placa de boquillas 2.3 permite la salida del líquido bajo un ángulo (alfa). La ranura entre la placa de boquillas y el tubo tiene una distancia mínima h medida en mm. La ranura se puede regular de forma continua a través de la rosca. El contorno representado del tubo da lugar a que la ranura más estrecha suba en la altura h*. A través del contorno del tubo se forma el contorno de la ranura que varía a lo largo del perímetro. En la barra de boquillas se han montado dos elementos térmicos 2.4, 2.5 que permiten medir la temperatura del propio portaviento y la temperatura del gas de combustión por debajo del elemento térmico.

En el marco de una prueba extensa se ha determinado la relación entre el diámetro de las gotas y la altura de ranura de la boquilla de ranura. El diagrama de la figura 3 muestra que el tamaño de gota Ø depende de la altura de ranura s.

En la figura 4 se representan trayectorias de vuelo de las gotas de distinto tamaño en función de la distancia horizontal de la boquilla (x) y de la altura por encima de la boquilla (y). En esta prueba todas las gotas salen a la misma velocidad de 16,7 m/s y con un ángulo de salida de 5º respecto a la horizontal. El gas de combustión tiene una velocidad vertical de 4 m/s y una temperatura de 1000ºC. Se puede ver perfectamente que las trayectorias axiales aumentan desproporcionadamente con el diámetro de las gotas. Las gotas con un diámetro de 0,3 mm se evaporan después de sólo 0,62 m, las gotas con un diámetro de 0,5 mm después de 1,37 m. Esta representación demuestra que los agentes reductores inyectados de manera finamente distribuida con boquillas de dos fluidos (<< 0,1 mm) se evaporan inmediatamente después de la inyección. En la práctica se necesitarán tamaños de gota de entre 0,8 y 1,2 mm, en función de las medidas de la caldera.

En la figura 5 se representa la estructura básica del dispositivo según la invención. En lugar del agua allí descrita, se puede empelar cualquier medio apropiado para ser utilizado como disolvente según la invenión en el agente reductor.

La barra de boquillas 1.9 según la figura 1 se refrigera con agua 5.1 que fluye a través de la valvula de entrada de agua 5.2 desde la bomba de aumento de la presión del agua 5.3, la válvula de retroceso de agua 5.4, la válvula de regulación de agua 5.5, el sistema de medición del caudal de agua 5.6, el tubo flexible de conexión 5.7, el tubo resistente al calor o el manguito resistente al calor 1.8 y la barra de boquillas 1.9, hasta la boquilla de ranura 1.10.

La temperatura de la barra de boquillas 1.9 se registra por medio del elemento de medición de la temperatura de la barra de boquillas 5.21. Si existe el peligro de superar la temperatura de ebullición del líquido en el portaviento 1.9, se aumenta la cantidad de agua. En el funcionamiento normal la cantidad de agua se regula a través de la válvula de regulación 5.4 de modo que las gotas ajustadas no lleguen por poco a la pared de la caldera.

El amoniaco se conduce por medio de la bomba de dosificación de amoniaco 5.10 desde el depósito de amoniaco 5.9, por la válvula de retroceso de amoniaco 5.11, el elemento de medición de la cantidad de amoniaco 5.12 y la válvula de bloqueo de amoniaco 5.14 al agua delante del tubo flexible de conexión 5.8. En caso de necesidad, el funcionamiento seguro de la bomba de dosificación de amoniaco 5.10 se puede comprobar con el manómetro de amoniaco 5.13.

La solución de urea se aporta al agua delante del tubo flexible de conexión 5.8 a través de la bomba de dosificación de urea 5.16 desde el depósito de solución de urea 5.15 por la válvula de retroceso de urea 5.17, el elemento de medición de la cantidad de urea 5.18 y la válvula de bloqueo de urea 5.20. En caso de necesidad, el funcionamiento seguro de la bomba de dosificación de urea 5.16 se puede comprobar con el manómetro de urea 5.19.

El elemento de medición de la temperatura del gas de combustión 5.22 regula automáticamente la altura (figura 1; 1.12) de la boquilla de ranura en la ventana de temperatura de gas de combustión óptima.

Las cantidades necesarias de amoniaco y urea se dosifican proporcionalmente con un exceso estequiométrico del 20 % a través de las correspondientes bombas de dosificación 5.10 y 5.16. La necesdidad estequiométrica de agente reductor se determina a través del elemento de medición de NOx y/o de amoniaco 5.23 detrás de la caldera y a través del caudal de gas de combustión 5.24.

En la figura 6 se representa el efecto del procedimiento según la invención sobre la concentración de NOx detrás de la caldera de una instalaión de incineración de basura durante el período de 12:41 a 13:12. Para esa prueba el dispositivo descrito se colocó en la zona de techo del 1er tiro y se puso en funcionamiento con amoniaco y agua. Debido a la dosificacion del amoniaco la concentración de NOx 6.1 bajó fuertemente detrás de la caldera pasando de unos 300 mg/Nm^3 a 60 mg/Nm^3, aproximadamente. Al mismo tiempo se examinó la concentración de amoniaco 6.5 en el gas de combustión.

Antes de la dosificación del amoniaco la concentracion de NH_3 6.5 en el gas de combustión detrás de la caldera era del orden de 0,22 mg/Nm^3 NH_3. Durante la dosificación del amoniaco la concentración subió a 1,4 mg/Nm^3. Los valores medios obtenidos por medición se insertaron adicionalmente en la representación gráfica. Los demás datos, tales como concentración de oxígeno 6.2, cantidad del gas de combustión 6.3 y cantidad de vapor vivo 6.4, no cambiaron de forma detectable como consecuencia de la inyección de amoniaco.

Lista de referencias

1.1 Hogar

1.2 Inyección de aire secundario

1.3 1er tiro de radiación

1.4 2º tiro de radiación

1.5 3er tiro de radiación

1.6 Techo del primer tiro de radiación

1.7 Orificio de paso de lanzas

1.8 Tubo de inmersión o tubo flexible

1.9 Barra de boquillas

1.10 Boquilla de ranura

1.11 Dispositivo de regulación de altura

1.12 Posición de altura óptima

1.13 Contorno de la trayectoria de gotas

2.1 Tubo de la barra de boquillas

2.2 Vástago roscado centrado

2.3 Placa de boquillas

2.4 Elemento de medición de temperatura pared del tubo

2.5 Elemento de medición de temperatura gas de combustión

5.1 Agua

5.2 Válvula de entrada de agua

5.3 Bomba de aumento de presión de agua

5.4 Válvula de retroces de agua

5.5 Válvula de regulación de agua

5.6 Elemento de medición de la cantidad de agua

5.7 Manómetro de agua

5.8 Tubo flexible de conexión

5.9 Depópsito de amoniaco

5.10 Bomba de dosificación de amoniaco

5.11 Válvula de retroceso de amoniaco

5.12 Elemento de medición de la cantidad de amoniaco

5.13 Manómetro de amoniaco

5.14 Válvula de bloqueo de amoniaco

5.15 Depósito de soluciónm de urea

5.16 Bomba de dosificación de urea

5.17	Válvula de retroceso de urea
5.18	Elemento de medición de la cantidad de urea
5.19	Manómetro de urea
5.20	Válvula de bloqueo de urea
5.21	Elemento de medición de la temperatura de la barra de boquillas
5.22	Elemento de medición de la temperatura del gas de combustión
5.23	Medición de NOx y/o amoniaco detrás de la caldera
5.24	Caudal de gas de combustión

6.1	0 – 1000	mg/Nm^3 NOx	
6.2	0 – 100 %	O_2	
6.3	0 – 100.000	Nm^3/H	Cantidad de gas de combustión
6.4	0 – 100	t/h	Vapor vivo
6.5	0 – 10	mg/Nm^3	NH_3
6.T	Tiempo en la fecha del 19-11-2010		

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la desnitrificación de gases de escape de instalaciones de combustión utilizando un agente reductor líquido, caracterizado por que el agente reductor se distribuye uniformemente en una cantidad idónea por unidad de tiempo en una zona del gas de combustión preestablecida por medio de una boquilla de ranura, por lo que en el gas de combustión se forman gotas del agente reductor a partir de una película de agente reductor que sale de la boquilla de ranura, evaporándose las cantidades de agente reductor introducidas por unidad de tiempo en el caudal de gas de combustión a tratar antes de llegar a las paredes de la cámara de combustión.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que las gotas tienen un diámetro de entre 0,01 y 10 mm, preferiblemente de entre 0,3 y 2 mm.

3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la boquilla de ranura se dispone en el centro del caudal de de gas de combustión a tratar a fin de garantizar la mayor distancia posible respecto a todas las paredes de la caldera.

4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se mide la temperatura del gas de combustión y se regula adicionalmente, en función de la temperatura medida, la altura a la que se introduce el agente reductor.

5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el agente reductor comprende disolventes, amoniaco y/o urea y por que la aportación de disolventes, urea y/o amomiaco a la boquilla de ranura se puede regular especialmente de forma individual, controlándose preferiblemente la temperatura de la boquilla de ranura o del conducto de alimentación de la boquilla de ranura y aumentándose, en caso de rebasar los valores orientativos previamente determinados, la aportación de disolvente o de la parte de disolvente en el agente reductor para conseguir una refrigeración de la boquilla de ranura y de su conducto de alimentación y/o obteniéndose preferiblemente una mezcla de amoniaco y urea en el agente reductor.

6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las gotas presentan un ángulo de vuelo de entre -10º y 60º respecto a la horizontal.

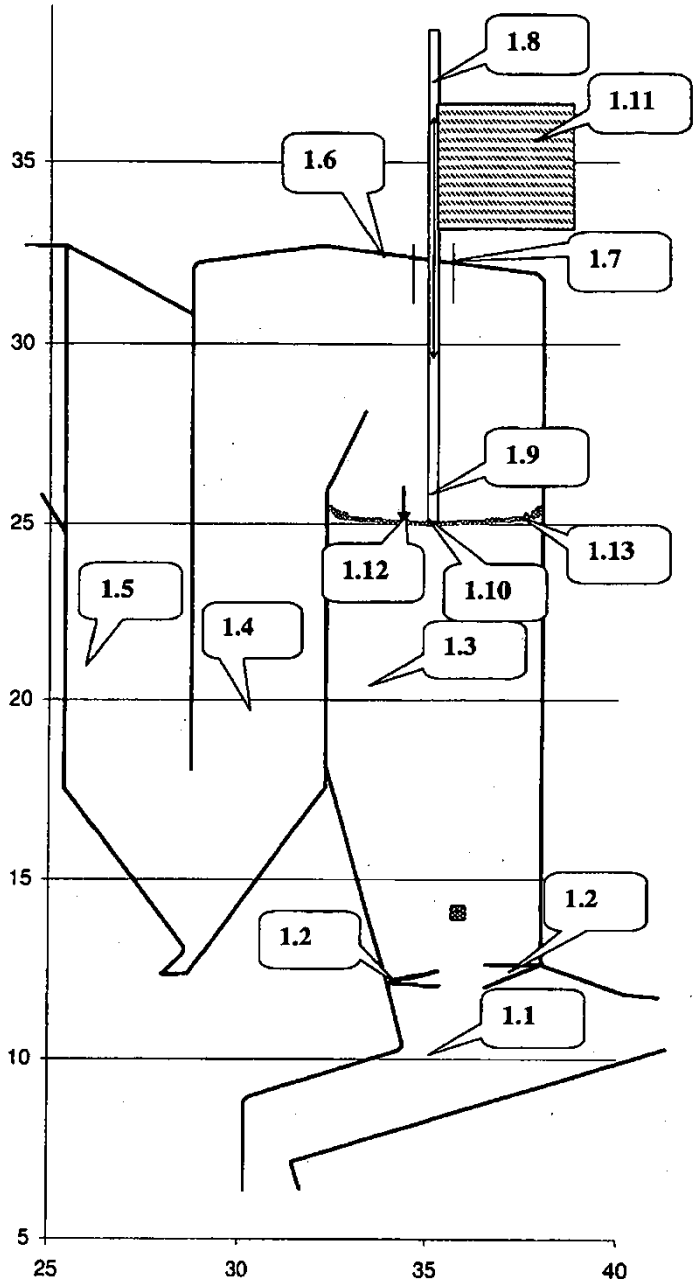
7. Dispositivo para la desnitrificación de gases de escape de instalaciones de combustión que presenta al menos una boquilla de ranura a la que se aporta un agente reductor líquido, con la que el agente reductor se puede inyectar en forma de película que sale de la boquilla de ranura de manera que en el gas de combustión se formen gotas de agente reductor, al menos un aparato de medición que determina la temperatura de la zona de gases de combustión en la que vayan a penetrar las gotas y/o un aparato de medición que determina la concentración de NOx y/o de NH_3 de los gases de combustión, así como un mecanismo para variar el orificio de boquilla.

8. Dispositivo según la reivindicación 7, caracterizado por que el orificio de boquilla mide entre 0,01 mm y 10 mm, especialmente entre 0,3 mm y 1,2 mm, y puede ser cambiado preferiblemente en esta gama en función de la tarea de distribución.

9. Dispositivo según la reivindicación 7 u 8, caracterizado por que el ángulo de salida de la boquilla de ranura oscila entre -10º y 60º respecto a la horizontal.

10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado por que se configura de manera que a través de uno o varios orificios centrales se puedan introducir en la caldera, a través del techo de la caldera y hasta el nivel de reacción óptimo, especialmente de forma no escalonada, al menos una o varias boquillas de ranura.

FIG. 1


1.8
1.11
1.6
1.7
1.9
1.13
1.12
1.10
1.5
1.4
1.3
1.2
1.2
1.1
35
30
25
20
15
10
5
25
30
35
40

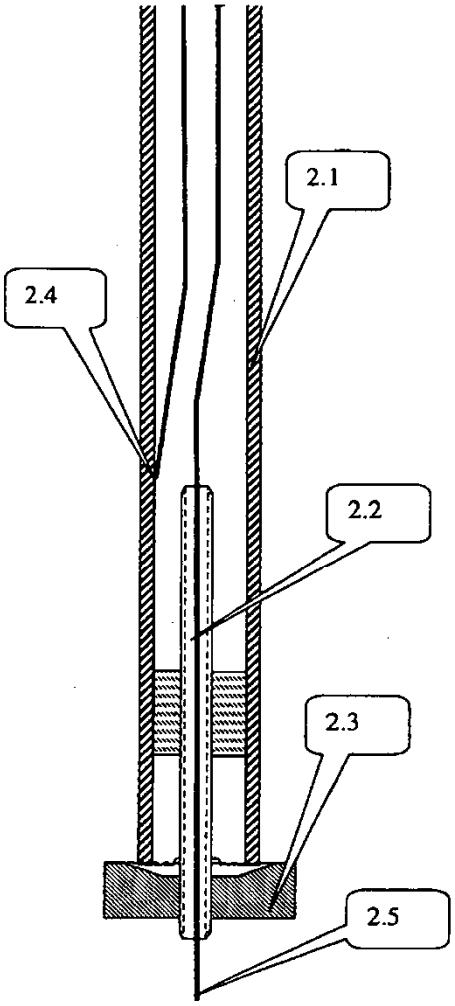


FIG. 2A

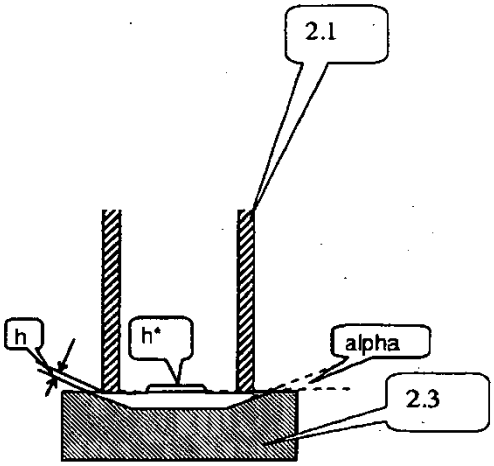


FIG. 2B

FIG. 3

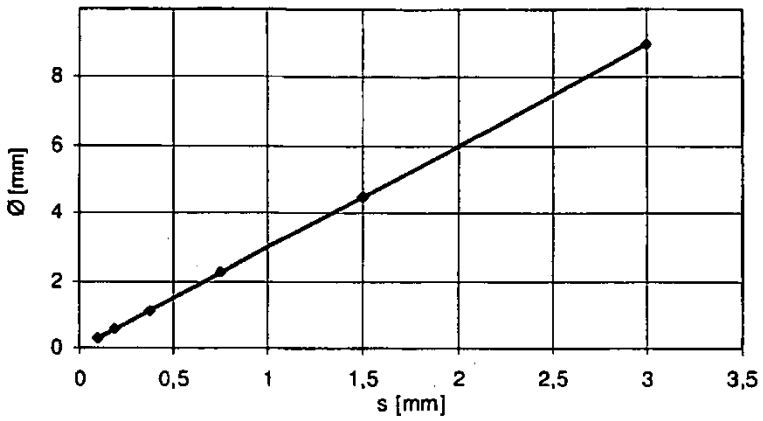

Ø [mm]
0
2
4
6
8
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
s [mm]

FIG. 4

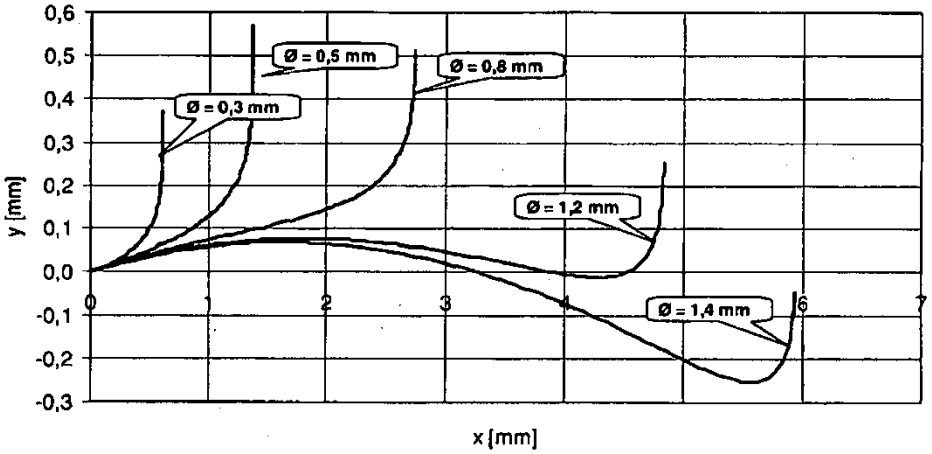

y [mm]
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0,0
-0,1
-0,2
-0,3
0
1
2
3
4
6
7
x [mm]
Ø = 0,3 mm
Ø = 0,5 mm
Ø = 0,8 mm
Ø = 1,2 mm
Ø = 1,4 mm

Fig. 5

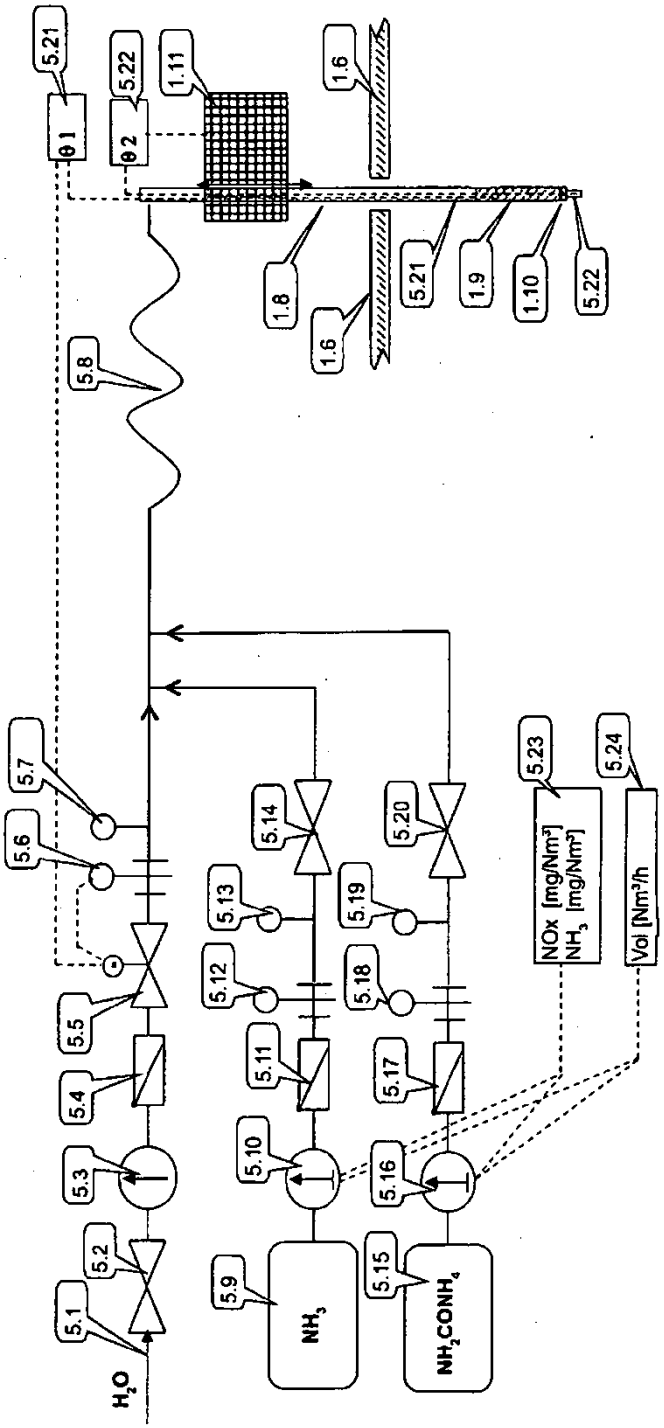
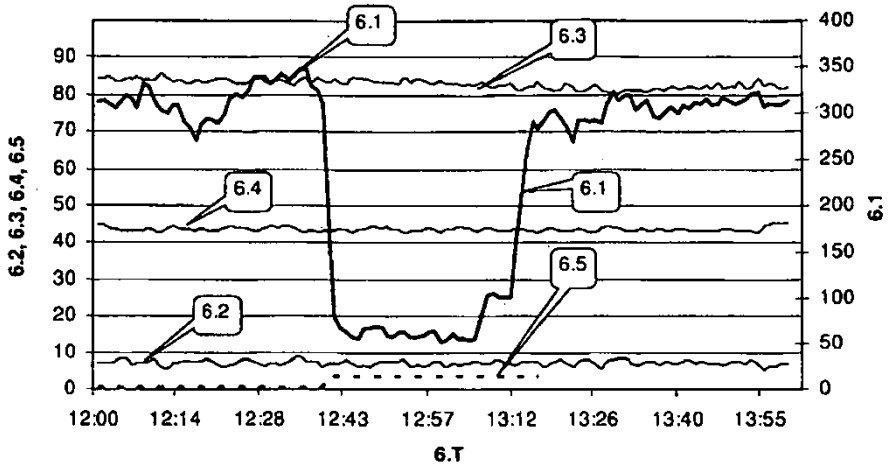

5.21
θ1
5.22
θ2
1.11
1.6
1.8
1.6
5.21
1.9
1.10
5.22
5.8
5.7
5.6
5.5
5.4
5.3
5.2
5.1
H2O
5.14
5.13
5.12
5.11
5.10
5.9
NH3
5.20
5.19
5.18
5.17
5.16
5.15
NH2CONH4
5.23
NOx [mg/Nm³]
NH3 [mg/Nm³]
5.24
Vol [Nm³/h

FIG. 6


6.1
6.3
6.4
6.1
6.5
6.2
6.2, 6.3, 6.4, 6.5
6.1
6.T
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
0
50
100
150
200
250
300
350
400
12:00
12:14
12:28
12:43
12:57
13:12
13:26
13:40
13:55