

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 630 401**

51 Int. Cl.:

**B01D 53/56** (2006.01)

**F23G 5/24** (2006.01)

**F23G 5/50** (2006.01)

**F23L 1/02** (2006.01)

**F23L 9/02** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2007 PCT/US2007/025835**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.07.0008 WO08082522**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2007 E 07853421 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017 EP 2121167**

54 Título: **Adición de aire terciario a hornos de incineración de desechos sólidos para el control de NOx**

30 Prioridad:

**22.12.2006 US 876573 P**

**24.04.2007 US 907956 P**

**04.10.2007 US 905809**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.08.2017**

73 Titular/es:

**COVANTA ENERGY, LLC (100.0%)**

**1209 Orange Street  
Wilmington, DE 19801, US**

72 Inventor/es:

**GOFF, STEPHEN P.;  
WHITE, MARK L.;  
DEDUCK, STEPHEN G.;  
CLARK, JOHN D.;  
BRADLEY, CHRISTOPHER A.;  
BARKER, ROBERT L. y  
SEMANYSHYN, ZENON**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 630 401 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

Adición de aire terciario a hornos de incineración de desechos sólidos para el control de NOx

Campo de la invención

- 5 Esta invención es un procedimiento para reducir las emisiones de NOx procedentes de una caldera de recuperación de energía a partir de desechos mediante la adición de aire terciario y una reducción de aire secundario. También pueden asociarse realizaciones de este procedimiento con un sistema de reducción de NOx secundario, tal como un simple sistema de reducción no catalítica selectiva (SNCR) que usa amoníaco o urea, para lograr niveles deseablemente altos de reducción de NOx.

Antecedentes de la invención

- 10 El documento WO9958902 da a conocer un horno de desechos que comprende una rejilla y suministro de aire primario / secundario aguas arriba y aguas debajo de la misma.

- 15 La combustión de desechos sólidos en una cámara de combustión de desechos urbanos (MWC, *municipal waste combustor*) genera cierta cantidad de NOx. NOx es el nombre genérico para un grupo de gases incoloros e inodoros pero altamente reactivos que contienen cantidades variables de NO y NO<sub>2</sub>. La cantidad de NOx generado por las MWC varía algo según el diseño del horno y la rejilla pero normalmente oscila entre 250 y 350 ppm (valor seco al 7% de O<sub>2</sub> en el gas de combustión).

- 20 La química de formación de NOx está relacionada directamente con reacciones entre nitrógeno y oxígeno. Para entender la formación de NOx en una MWC, es útil un entendimiento básico del diseño y el funcionamiento de la cámara de combustión. Los sistemas de combustión con aire en las MWC incluyen normalmente tanto aire primario (también denominado bajo la rejilla) y aire secundario (también denominado sobre la rejilla o sobre el fuego). Se suministra aire primario a través de cámaras de distribución de aire ubicadas bajo la rejilla de incineración y se fuerza a pasar a través de la rejilla para, secuencialmente, secar (desprender agua), desvolatilizar (desprender hidrocarburos volátiles) y quemar (oxidar hidrocarburos no volátiles) el lecho de desechos. La cantidad de aire primario se ajusta normalmente para minimizar el aire en exceso durante la combustión inicial de los desechos mientras que se maximiza el quemado de materiales carbonosos en el lecho de desechos. Se inyecta aire secundario a través de orificios de aire ubicados por encima de la rejilla y se usa para proporcionar un mezclado turbulento y la destrucción de hidrocarburos desprendidos del lecho de desechos. Los niveles globales de aire en exceso para una MWC típica son de aproximadamente el 60 al 100% (el 160 - 200% de los requisitos estequiométricos (es decir, teóricos) de aire), representando normalmente el aire primario el 50-70% del aire total.

- 30 Además de la destrucción de los componentes orgánicos, uno de los objetivos de este enfoque de combustión es minimizar la formación de NOx. Se forma NOx durante la combustión a través de dos mecanismos primarios: NOx de combustible procedente de la oxidación de nitrógeno elemental (N) unido de manera orgánica presente en la corriente de desechos sólidos urbanos (MSW) y NOx termal procedente la oxidación a alta temperatura de N<sub>2</sub> atmosférico.

- 35 Más específicamente, se forma NOx de combustible dentro de la zona de llama a través de la reacción de N unido de manera orgánica en materiales de MSW y O<sub>2</sub>. Las variables clave que determinan la tasa de formación de NOx son la disponibilidad de O<sub>2</sub> dentro de la zona de llama, la cantidad de N unido a combustible, y la estructura química del material que contiene N. Las reacciones de NOx de combustible pueden producirse a temperaturas relativamente bajas (<1.100°C (<2.000°F)). Dependiendo de la disponibilidad de O<sub>2</sub> en la llama, los compuestos que contienen N reaccionarán para formar o bien N<sub>2</sub> o bien NOx. Cuando la disponibilidad de O<sub>2</sub> es baja, N<sub>2</sub> es el producto de reacción predominante. Si está disponible una cantidad sustancial de O<sub>2</sub>, se convierte una fracción aumentada del N unido a combustible en NOx.

- 45 En cambio, se forma NOx termal en zonas de llama de alta temperatura a través de reacciones entre radicales de N<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>. Las variables clave que determinan la tasa de formación de NOx termal son la temperatura, la disponibilidad de O<sub>2</sub> y N<sub>2</sub> y el tiempo de residencia. Debido a la alta energía de activación requerida, la formación de NOx termal no se vuelve significativa hasta que las temperaturas de llama alcanzan los 1.100°C (2.000°F).

- 50 Sin embargo, las emisiones de NOx son generalmente no deseadas y de importancia medioambiental debido a su papel como contaminante regulado, gas de ácido y precursor de ozono. Las preocupaciones directas para la salud de NOx se centran en los efectos de los gases sobre el sistema respiratorio porque NOx reacciona con amoníaco, humedad y otros compuestos para formar ácido nítrico y partículas relacionadas que pueden dañar el tejido pulmonar. Estas y otras partículas producidas a partir de NOx penetran de manera profunda en partes sensibles de los pulmones y pueden provocar o empeorar enfermedades respiratorias potencialmente mortales tales como enfisema y bronquitis.

Además, las emisiones de NOx plantean otras preocupaciones medioambientales. Por ejemplo, se forma ozono troposférico cuando reaccionan NOx y compuestos orgánicos volátiles (COV) con el calor y la luz del sol. Los niños, las personas asmáticas y aquellos que trabajan o hacen ejercicio en el exterior son susceptibles de presentar efectos adversos debidos al ozono, y estos efectos incluyen daño del tejido pulmonar y disminución de la función pulmonar. El ozono también daña la vegetación y reduce los rendimientos de los cultivos.

Además, la reacción de NOx y dióxido de azufre con otras sustancias en el aire para formar ácidos, que caen a la tierra con la lluvia, niebla, nieve o partículas secas como lluvia ácida. La lluvia ácida daña o deteriora vehículos, edificios y monumentos, así como hace que lagos y arroyos se vuelvan inadecuados para la pesca.

Además, NOx son gases de efecto invernadero indirecto que afectan a las cantidades atmosféricas de radicales hidroxilo (OH). Específicamente, la descomposición de los gases de NOx da lugar a un aumento de la abundancia de OH.

Por consiguiente, se han aprobado diversas leyes y reglamentos que limitan las emisiones de NOx de las MWC y otras fuentes. Por ejemplo, en virtud del 40 C.F.R., parte 60 se autoriza a la Agencia Ambiental de los Estados Unidos a monitorizar y limitar NOx procedentes de MWC. Asimismo existen normas y reglamentos similares para limitar las emisiones de NOx a nivel internacional, tal como en Europa, Canadá y Japón. Debe apreciarse que un entendimiento y conocimiento completo de las diversas normas y leyes sobre emisiones de NOx están fuera del alcance del comentario actual.

Las tecnologías de control de NOx pueden dividirse en dos subgrupos: controles de combustión y controles tras la combustión. Los controles de combustión limitan la formación de NOx durante el proceso de combustión reduciendo la disponibilidad de O<sub>2</sub> dentro de la llama y reduciendo las temperaturas de la zona de combustión. Estas tecnologías incluyen la combustión en etapas, una baja cantidad de aire en exceso y recirculación de gas de combustión (FGR, *flue gas recirculation*). La combustión en etapas y una baja cantidad de aire en exceso reducen el flujo de aire bajo la rejilla para reducir la disponibilidad de O<sub>2</sub> en la zona de combustión, lo que fomenta la reducción química de parte del NOx formado durante la combustión primaria. En la FGR, se devuelve una parte del gas de salida de la cámara de combustión al suministro de aire de combustión tanto para reducir el O<sub>2</sub> de la zona de combustión como para suprimir las temperaturas de llama al reducir la razón de O<sub>2</sub> con respecto a componentes inertes (N<sub>2</sub> y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)) en el sistema de aire de combustión.

Los controles tras la combustión se refieren a eliminar las emisiones de NOx producidas durante el proceso de combustión en calderas de incineración de desechos sólidos, y los controles de NOx tras la combustión usados con la mayor frecuencia incluyen sistemas de reducción no catalítica selectiva (SNCR), que normalmente reducen NOx significativamente, o sistemas de reducción catalítica selectiva (SCR), que normalmente reducen NOx incluso más eficazmente que los sistemas SNCR. Tal como se describe en mayor detalle a continuación, los sistemas SCR son mucho más caros de construir, hacer funcionar y mantener que los sistemas SNCR y, por consiguiente, no son viables desde el punto de vista económico para su uso en plantas de recuperación de energía a partir de desechos (WTE) en muchas partes del mundo.

SCR es una tecnología de control complementaria que fomenta de manera catalítica la reacción entre NH<sub>3</sub> y NOx. Los sistemas SCR pueden usar un reactivo de NH<sub>3</sub> acuoso o anhidro, siendo las principales diferencias el tamaño del sistema de vaporización de NH<sub>3</sub> y los requisitos de seguridad. En el sistema SCR, se dosifica una cantidad precisa de un reactivo en la corriente de salida. El reactivo se descompone en amoníaco y reacciona con NOx a través de un catalizador ubicado aguas abajo del punto de inyección. Esta reacción reduce NOx a nitrógeno elemental y vapor de agua. Los sistemas SCR funcionan normalmente a una temperatura de aproximadamente 260-371°C (500 - 700 °F). En cuanto a la rentabilidad y el impacto de tasas de eliminación de desechos, SCR tiene generalmente mayores costes que resultan de altos costes de inversión, así como el coste de sustitución y eliminación del catalizador.

En cambio, SNCR reduce NOx a N<sub>2</sub> sin el uso de catalizadores. De manera similar al sistema SCR, el sistema SNCR inyecta uno o más agentes reductores en la parte superior del horno de MWC para que reaccione con NOx y forme N<sub>2</sub>. Sin la ayuda de un catalizador, estas reacciones se producen a temperaturas de 871-982°C (1600-1800°F). El funcionamiento de procesos SNCR cerca del extremo superior de su intervalo de rendimiento puede dar como resultado emisiones no deseadas de amoníaco u otros gases de subproducto. SNCR tiene generalmente costes de inversión significativamente menores, así como menores costes de mantenimiento puesto que no hay catalizadores que haya que sustituir y eliminar.

El documento WO 2006/084954 A1 se refiere a un sistema de distribución de aire de una caldera de lecho fluidizado de burbujeo.

El documento EP 1213534 se refiere a un incinerador de lecho fluidizado que tiene un horno de combustión que incluye secciones de combustión primera a cuarta.

## Sumario de la invención

Esta invención es un sistema de combustión de desechos para reducir las emisiones de NO<sub>x</sub>, según se define en las reivindicaciones adjuntas.

## Breve descripción de los dibujos

- 5 Puede adquirirse un entendimiento más completo de la presente invención y las ventajas de la misma haciendo referencia a la siguiente descripción tomada junto con los dibujos adjuntos en los que números de referencia similares indican características similares, y en los que:

las figuras 1-2 son diagramas esquemáticos de un horno de combustión de desechos urbanos con aire terciario adicional según las realizaciones de la presente invención; y

- 10 la figura 3 es un diagrama de flujo que representa las etapas en un método para reducir las emisiones de NO<sub>x</sub> procedentes de una cámara de combustión de desechos urbanos a través del uso de una fuente de aire terciario según las realizaciones de la presente invención.

## Descripción detallada de las realizaciones preferidas

- 15 Haciendo referencia ahora a la figura 1, un sistema 100 de combustión de desechos sólidos en una realización de la presente invención emplea una rejilla 110 móvil con tres fuentes principales de aire de combustión. Se introduce aire 10 primario por debajo de la rejilla 110 y fluye hacia arriba a través de un lecho 20 de desechos en combustión. Se introduce aire 30 secundario a través de una o más filas de toberas 120 secundarias por encima del lecho 20 de desechos en combustión. En una MWC típica, el propósito del aire 30 secundario es completar la combustión de los componentes orgánicos volátiles y el monóxido de carbono lo antes posible añadiendo oxígeno adicional y proporcionando turbulencia para mezclar intensamente los gases de combustión. En la presente invención, el aire secundario desempeña un papel diferente. Se inyecta a bajas velocidades para minimizar el mezclado y la combustión. Su papel es ayudar a centrar las llamas en el horno y crear una envoltura de aire más frío a lo largo de las paredes para minimizar el impacto de las mayores temperaturas de horno sobre los materiales usados para proteger las paredes de tubos de agua del horno.

- 25 Aunque el presente comentario se centra en hornos basados en rejillas horizontales e inclinadas, debe apreciarse que los principios de reducción de NO<sub>x</sub> con aire terciario de la presente invención pueden aplicarse asimismo a cualquier diseño de caldera de incineración con combustible sólido.

- 30 Debe apreciarse que el número y la ubicación de las toberas 120 de aire secundario pueden variar con diferentes diseños de horno pero están ubicadas normalmente justo por encima de los desechos en combustión en la parte inferior del horno para conseguir el propósito descrito anteriormente para el aire 30 secundario. Además, debe apreciarse que las toberas 120 de aire secundario pueden adaptarse o modificarse de otro modo según técnicas conocidas para mejorar el rendimiento del horno 100, por ejemplo, modificando la forma, el ángulo y la posición de las toberas 120 de aire secundario. Aunque normalmente se colocan en las paredes delanteras y traseras del horno, las toberas de aire secundario también pueden colocarse en las paredes a la derecha e izquierda aproximadamente a la misma elevación para conseguir adicionalmente el propósito descrito anteriormente. Asimismo, aunque no se representa, el horno 100 puede modificarse adicionalmente a través de la adición y colocación de diversos elementos de conformación según sea necesario para dirigir el flujo de salida para optimizar el rendimiento del horno 100.

- 40 Continuando con la figura 1, el horno 100 incluye además toberas 130 de aire terciario para añadir una tercera corriente de aire de combustión, o aire 40 terciario al horno de combustión de desechos sólidos. La corriente de aire terciario puede inyectarse en el horno 100 a través de las toberas 130 terciarias ubicadas en las paredes delanteras, traseras, a la izquierda o derecha del horno 100, en cualquier número y combinación que proporcione un mezclado adecuado del aire terciario con los gases de combustión con el propósito de completar el proceso de combustión y lograr bajos niveles de monóxido de carbono en el gas de combustión. Debe apreciarse que el número y la ubicación de las toberas 130 de aire terciario pueden variar con diferentes diseños de horno pero están ubicadas normalmente a una elevación significativamente por encima de la elevación de las toberas 120 de aire secundario. Además, debe apreciarse que las toberas 130 de aire terciario pueden adaptarse o modificarse de otro modo según técnicas conocidas para mejorar el rendimiento del horno 100.

- 50 Volviendo a la figura 1, las toberas 130 de aire terciario que suministran la tercera corriente 40 de aire, o terciaria, están ubicadas a una distancia D lejos de las toberas 120 de aire secundario. La distancia D es generalmente al menos de 10 pies, pero de manera óptima de 7,6 a 15,2 m (de 25 a 50 pies) por encima de las toberas 120 de aire secundario, y la justificación para la separación se describe en mayor detalle a continuación. En particular, las toberas 130 terciarias deben situarse lo suficientemente alto como para hacer que la formación de NO<sub>x</sub> sea mínima,

pero no más alta de lo necesario de manera que las condiciones provocaran un desfilfarro acelerado en zonas excesivamente grandes de los materiales de pared del horno. La ubicación precisa de las toberas 130 terciarias a la distancia D por encima de las toberas 120 de aire secundario dependerá de numerosos factores tales como la configuración, el tamaño y el diseño específicos del horno 100, junto con la naturaleza química específica del lecho 20 de desechos en combustión.

En particular, el aire 30 secundario se introduce normalmente en una parte del horno 100 próxima al lecho de desechos en combustión, y la temperatura T1 en esta ubicación es relativamente alta, y está en o cerca de la temperatura adiabática para la combustión del combustible de desechos. Dado que se introduce el aire 40 terciario a una mayor elevación, esta parte del horno 100 está a una temperatura T2 relativamente menor. Por ejemplo, la temperatura T1 estaría por encima de 1093°C (2000° F) y normalmente a aproximadamente 1371°C (2500° F), y la temperatura T2 puede estar entre aproximadamente 871° y 1037° (1600° y 1900° F) en el nivel de inyección terciario (después de la adición del aire terciario) debido a la transferencia de calor a las paredes del horno y el mezclado del aire terciario más frío con el gas de combustión caliente.

La reducción del aire secundario introducido a una mayor temperatura T1, y la adición del aire 40 terciario a una menor temperatura T2 da como resultado menor cantidad de NOx por dos motivos. En primer lugar, existen condiciones subestequiométricas o casi estequiométricas entre las toberas secundarias y terciarias, lo que reduce la cantidad de oxígeno en exceso disponible para la reacción con nitrógeno para formar NOx. Además, cierta parte del NOx formado durante la combustión primaria a nivel de la rejilla se reducirá químicamente dentro de la región entre las toberas secundarias y terciarias por radicales HCN y NH<sub>2</sub> formados debido a la falta de aire en exceso. En segundo lugar, la combustión de gases de salida continúa en el horno 100 a la menor temperatura T2, después de la adición del aire terciario, mientras que se minimiza la producción de NOx a esta temperatura. En aplicaciones de prueba, una MWC configurada para introducir aire 30 secundario a una alta temperatura T1 y aire 40 terciario a una menor temperatura T2 produce menores niveles de NOx en el intervalo de aproximadamente 130 a 180 ppm, logrando de ese modo los mismos niveles de NOx que los hornos de incineración de desechos sólidos convencionales con sistemas SNCR.

Aunque normalmente se inyecta el aire 40 terciario a una elevación en la caldera 100 debido al coste de instalación de las toberas 130 y los sistemas de conductos (no representados), sería posible inyectar el aire 40 terciario en más de una elevación D, o bien para mejorar el mezclado con el gas de combustión, o bien para permitir que se cambie la elevación a medida que se incrusta la caldera y cambia el perfil de temperatura del gas de combustión a través de la caldera. Por tanto, continuando con la figura 1, una realización del horno 100 puede contener además toberas 130' de aire terciario adicionales que suministran una corriente 40' de aire terciario adicional que están ubicadas a una segunda distancia D' por encima de las toberas 120 de aire secundario. Dado que las toberas 130' de aire terciario adicionales están ubicadas a una elevación D' diferente, la corriente 40' de aire terciario adicional se introduce en una parte del horno 100 que tiene una temperatura T2' diferente.

Continuando con la figura 1, el horno 100 puede lograr una reducción de NOx adicional a través de la incorporación de una tecnología de reducción de NOx adicional. Por ejemplo, la figura 1 representa la incorporación de un sistema 140 SNCR conocido en el horno 100. En particular, el sistema 140 SNCR normalmente inyecta un aditivo 50 de SNCR tal como amoníaco o urea en los gases de combustión en un intervalo de temperatura de 871° a 982 °C (de 1600° a 1800° F). Puesto que, tal como se describió anteriormente, este intervalo de temperatura se logra en la parte intermedia a superior del horno 100 cerca de la adición de la corriente 40 de aire terciario, pueden situarse toberas 150 de SNCR por encima de las toberas 130 de aire terciario para un rendimiento óptimo.

Además, la turbulencia en el horno creada por el aire 40 terciario ayuda adicionalmente al mezclado del aditivo 50 de SNCR con los gases de combustión. Esta potenciación minimiza el número de toberas 150 de SNCR requeridas, reduce la cantidad de fluido portador necesaria con el aditivo 50 de SNCR, y reduce la cantidad de amoníaco sin reaccionar que sale de la caldera, que se denomina con frecuencia escape de amoníaco.

En algunos experimentos, esta combinación de aire 40 terciario con un sistema 140 SNCR produce niveles de NOx generalmente en el intervalo de 30 a 70 ppm, logrando de ese modo niveles de NOx comparables a los de plantas que tienen sistemas SCR mucho más caros.

Aunque la realización del horno 100 representada en la figura 1 incluye un sistema SNCR, debe apreciarse que todavía pueden lograrse reducciones de NOx adicionales incorporando un sistema SCR con un horno 100 que suministra aire 40 terciario. En esta situación en la que se emplea un sistema de reducción de NOx distinto de SNCR, las toberas 130 de aire terciario pueden adaptarse según sea necesario para aplicar de manera óptima el sistema de reducción de NOx específico. Por ejemplo, tal como se describió anteriormente, los sistemas SCR usan un catalizador que permite que se produzcan las reacciones de reducción a temperaturas relativamente menores en comparación con los sistemas SNCR, aproximadamente en el intervalo de 260° - 371°C (500 - 700 °F). Por consiguiente, las toberas 130 de aire terciario pueden desplazarse hasta una mayor distancia D lejos de las toberas de aire secundario de modo que la temperatura de combustión T2 es menor que el intervalo de 871 - 982 °C (1600 - 1800 °F) descrito anteriormente.

Haciendo referencia ahora a la figura 2, el horno 100 según una realización de la presente invención comprende además una fuente 160 de aire tal como un ventilador motorizado o cualquier otro sistema de circulación de aire conocido. En la realización representada, una única fuente 160 de aire suministra tanto el aire 30 secundario como el aire 40 terciario. Sin embargo, debe apreciarse que cada una de estas entradas al horno 100 puede suministrarse por separado y que esta configuración representada es meramente para facilidad de ilustración. También debe apreciarse que el aire 10 primario se suministra normalmente a una MWC por separado debido a requisitos de presión diferentes, sin embargo, también sería posible proporcionar las tres corrientes de aire, 10 primaria, 30 secundaria y 40 terciaria desde una única fuente.

Tal como se describió anteriormente, la cantidad total de aire proporcionada a una MWC, tal como el horno 100, se modifica por ingeniería para conseguir diversos objetivos de combustión. Por consiguiente, la cantidad total de aire proporcionada al horno 100 a través del aire 10 primario, el aire 30 secundario y el aire 40 terciario no cambia necesariamente de manera significativa con respecto a la cantidad total de aire primario y aire secundario suministrada en sistemas MWC conocidos. Por motivos similares, la cantidad de aire 10 primario proporcionada al horno 100 no cambia generalmente con respecto a la cantidad total de aire primario suministrada en sistemas MWC conocidos. Por tanto, una implementación preferida de la presente invención desvía una parte del aire secundario lejos de la tobera 120 secundaria y dirige esta parte como aire 40 terciario a la tobera 130 terciaria. Por consiguiente, la cantidad de aire 40 terciario suministrada al horno 100 tiene una reducción correspondiente de la cantidad de aire 30 secundario. En una realización, se desplaza del 50 al 100% del aire 30 secundario normal a la tobera 130 terciaria como aire 40 terciario, y de ese modo el flujo de aire total al horno 100 es similar al de los diseños convencionales.

Debe apreciarse que diferentes diseños de caldera utilizan diferentes flujos de aire 10 primario y aire 30 secundario y razones de aire 10 primario con respecto a aire 30 secundario. Por tanto, la presente invención podría aplicarse a cualquier diseño de caldera desplazando la totalidad, o una fracción significativa del aire 30 secundario a las toberas 130 de aire terciario. Además, también podría desplazarse potencialmente una fracción del aire 10 primario a las toberas 130 de aire terciario.

Con la adición del aire 40 terciario, cambia el papel para el aire 30 secundario reducido. Tal como se explicó anteriormente, el aire 30 secundario en MWC conocidas crea una alta turbulencia con el gas de combustión, proporcionando el mezclado necesario para completar la combustión. Con la adición de aire 40 terciario, cualquier cantidad de aire 30 secundario restante no proporciona generalmente un buen mezclado. En su lugar, el aire 30 secundario entra en el horno 100 a una velocidad mucho mayor y permanece cerca de las paredes 101 del horno 100, ayudando a proteger las paredes 101 frente a cualquier aumento de temperatura y llamas más grandes.

Entonces, controlando el flujo combinado del aire 10 primario, el aire 30 secundario y el aire 40 terciario, puede controlarse la temperatura de los gases de combustión entre la inyección de aire secundario y la nueva inyección de aire terciario a un nivel óptimo. Continuando con la figura 2, un controlador 170 puede ajustar la asignación de aire suministrado como aire 30 secundario y aire 40 terciario. Por ejemplo, el controlador 170 puede hacer funcionar un amortiguador que ajusta de manera dinámica para que se abra y se cierre, según las temperaturas T1 y T2 medidas en el horno 100. Asimismo, puede ajustarse la fuente 160 de aire y/o una fuente de aire primario (no ilustrada) según sea necesario para lograr las temperaturas deseadas. El controlador 170 puede recibir mediciones de entrada y ajustar la asignación del aire 30 secundario y el aire 40 terciario según sea necesario para un rendimiento deseado del sistema. Por ejemplo, el controlador 170 puede conectarse a un sistema de monitorización de emisiones en continuo (CEM, *continuous emissions monitoring*) (no ilustrado) que monitoriza las emisiones dentro de y desde el sistema de horno. El controlador 170, por ejemplo puede ajustar la asignación del aire 30 secundario y el aire 40 terciario según sea necesario para minimizar las emisiones de NOx, por ejemplo para lograr intervalos de temperatura deseados para un sistema SNCR o similar, para lograr niveles de turbulencia deseados, para lograr niveles de oxígeno deseados, etc.

Continuando con la figura 2, debe apreciarse asimismo que los flujos 10, 30 y 40 de aire primario, secundario y terciario pueden ajustarse para lograr otras medidas de rendimiento. En particular, aunque el comentario anterior menciona ajustar la cantidad y asignación del aire 10 primario, el aire 30 secundario y el aire 40 terciario para lograr niveles térmicos deseados en regiones específicas del horno 100, pueden usarse técnicas similares para lograr otros criterios deseados. Por ejemplo, la cantidad y asignación del aire 10 primario, el aire 30 secundario y el aire 40 terciario pueden ajustarse de modo que los gases de salida residan en el horno 100 durante un periodo de tiempo deseado o se controlen de otro modo para lograr un rendimiento deseado tal como incrustación de la caldera o eficiencia de la caldera. Adicionalmente, puede controlarse la cantidad de aire 40 terciario para lograr un nivel de turbulencia y un rendimiento deseados del aditivo 150 de SNCR (a partir de la figura 1) tal como se describió previamente.

Haciendo referencia ahora a la figura 3, ahora se comenta un método 200 de reducción de NOx para adaptar una instalación de MWC conocida que tiene una fuente de aire primario y secundario según una realización de la presente invención. En particular, el método 200 de reducción de NOx incluye desviar una parte del aire primario y/o secundario como aire terciario, etapa 210. Tal como se describió anteriormente, puede usarse un amortiguador para

- redirigir una parte del aire secundario. Alternativamente, el mecanismo que suministra el aire secundario puede hacerse funcionar a un nivel reducido y puede usarse un segundo mecanismo para suministrar el aire terciario. Aunque se supone generalmente que la cantidad global de aire suministrada al horno no aumentará, debe apreciarse que el suministro de aire puede adaptarse según sea necesario para lograr un rendimiento adicional deseado. Tal como se describió anteriormente, diferentes diseños de caldera utilizan diferentes flujos de aire primario y secundario y razones de aire primario con respecto a secundario. Podría aplicarse la idea a cualquiera de estos diseños de caldera desplazando la totalidad, o una fracción significativa del aire secundario a las nuevas toberas de aire terciario. Además, también podría desplazarse potencialmente una fracción del aire primario a las nuevas toberas de aire terciario.
- 5
- 10 Continuando con el método 200 de reducción de NOx en la figura 3, se introduce el aire terciario en el horno a una distancia lejos del aire secundario, etapa 220. Tal como se describió anteriormente, el aire terciario se introduce generalmente en una o más elevaciones mayores en una región del horno de temperatura relativamente menor. La temperatura en esta región del horno elegida debe ser lo suficientemente alta como para permitir que continúe el proceso de combustión pero lo suficientemente baja como para minimizar la producción de NOx.
- 15 Continuando con el método 200 de reducción de NOx en la figura 3, en la etapa 230 el horno se somete a una medición para determinar si se logran las medidas de rendimiento deseadas. Por ejemplo, puede medirse la temperatura en diferentes regiones del horno. Tal como se describió anteriormente, pueden usarse diferentes medidas de rendimiento del horno, tales como el tiempo de permanencia de gases de salida, los niveles de producción de NOx o los niveles de producción de otros contaminantes, en la evaluación del rendimiento del aire terciario. La evaluación en la etapa 230 de medición en el horno puede producirse de manera continua o periódica, dependiendo del rendimiento deseado y los recursos disponibles.
- 20
- 25 Continuando con la etapa 230, aunque no haya una medición directa de las condiciones estequiométricas, usando mediciones en curso de flujos de aire y niveles de O<sub>2</sub> en exceso en el gas de combustión, puede determinarse el flujo de aire estequiométrico aproximado. Otro modo de considerar esto es que el horno es muy grande y hay regiones con aire en exceso, y otras regiones sin aire en exceso. Cuando funciona con el aire terciario, una fracción del horno mucho mayor no tendrá aire en exceso, de modo que el horno tendrá niveles de O<sub>2</sub> correspondientes bajos.
- 30 Haciendo referencia de nuevo al método 200 de reducción de NOx en la figura 3, pueden usarse los resultados de la etapa 230 de medición en el horno para ajustar el horno en la etapa 240, tal como modificar la etapa de desvío de la parte del aire primario y/o secundario como aire terciario en la etapa 210. Si no, puede ajustarse la MWC modificando las cantidades de aire primario, aire secundario y aire terciario. El ajuste del horno en la etapa 240 puede producirse de manera similar para reaccionar a cambios en los desechos urbanos suministrados a la MWC.
- 35 Volviendo al método 200 de reducción de NOx en la figura 3, también pueden añadirse opcionalmente métodos de reducción de NOx complementarios, tales como SCR o SNCR, a una MWC en la etapa 250 para reducir adicionalmente las emisiones de NOx en coordinación con la adición del aire terciario. Por ejemplo, a continuación se muestran datos de MWC que usan métodos de reducción de NOx según realizaciones de la presente invención.
- 40 La tabla 1 proporciona datos de muestra de una MWC que usa un método de reducción de NOx según una realización de la presente invención para diversos periodos de tiempo. Para los resultados mostrados en la tabla 1, no se usaron métodos de reducción de NOx complementarios, tales como SCR o SNCR. Tal como se muestra en la tabla 1, se midieron valores de NOx que variaban entre 100 ppm y 190 ppm a medida que se varió la razón de aire secundario con respecto a aire terciario entre aproximadamente 0,4 y 1,5. Estos valores son menores de manera medible que las cantidades típicas de NOx generadas por las MWC (normalmente entre 250 y 350 ppm).

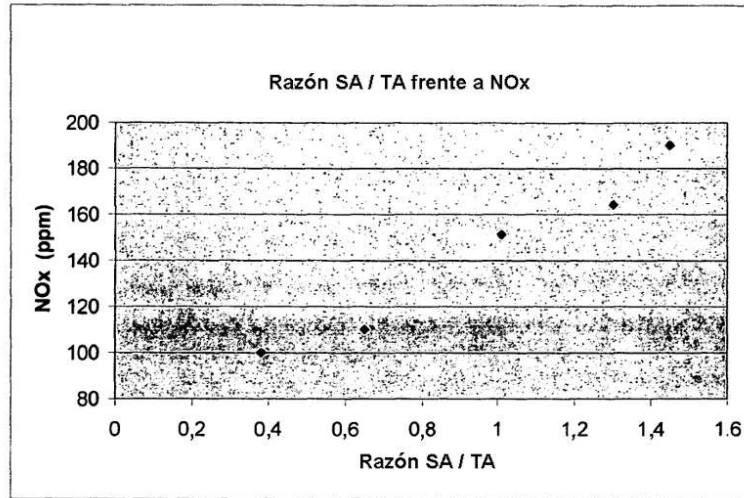


Tabla 1

La tabla 2 proporciona datos de muestra de una MWC que usa un método de reducción de NOx con SNCR complementaria según otra realización de la presente invención para diversos periodos de tiempo. Tal como se muestra en la columna "NOx" de la tabla 2, se midieron los valores de NOx entre 50 y 62 ppm, los valores de NOx eran menores de manera medible que las cantidades de NOx generadas por las MWC usando técnicas de reducción de NOx según una realización de la presente invención sin métodos de reducción de NOx complementarios (mostrados en la figura 1). De hecho, los valores medidos se comparan favorablemente con técnicas de SCR más caras.

Tabla 2

Caso	Días	Vapor de agua	NH <sub>3</sub> ac.	NOx	Escape de NH <sub>3</sub>
		Klb/h	gph	ppm	ppm
1	4	78	9,3	62	1,2
2	10	78	12,6	62	2,4
3	14	76	13,0	59	4,8
4	3	75	12,5	50	2,5



**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de horno para la combustión de desechos para reducir las emisiones de NOx, comprendiendo el sistema:

a) un horno (100), comprendiendo dicho horno (100) una rejilla (110) que soporta un lecho (20) de desechos en combustión;

5 b) una fuente de aire primario que introduce aire (10) primario aguas arriba de la rejilla (110);

c) al menos una tobera (120) secundaria que introduce aire (30) secundario aguas abajo del lecho (20) de desechos en combustión;

caracterizado por

10 d) al menos una tobera (130) terciaria que introduce aire terciario (40), estando ubicada al menos una tobera (130) terciaria a una distancia aguas abajo de dicha al menos una tobera (120) secundaria,

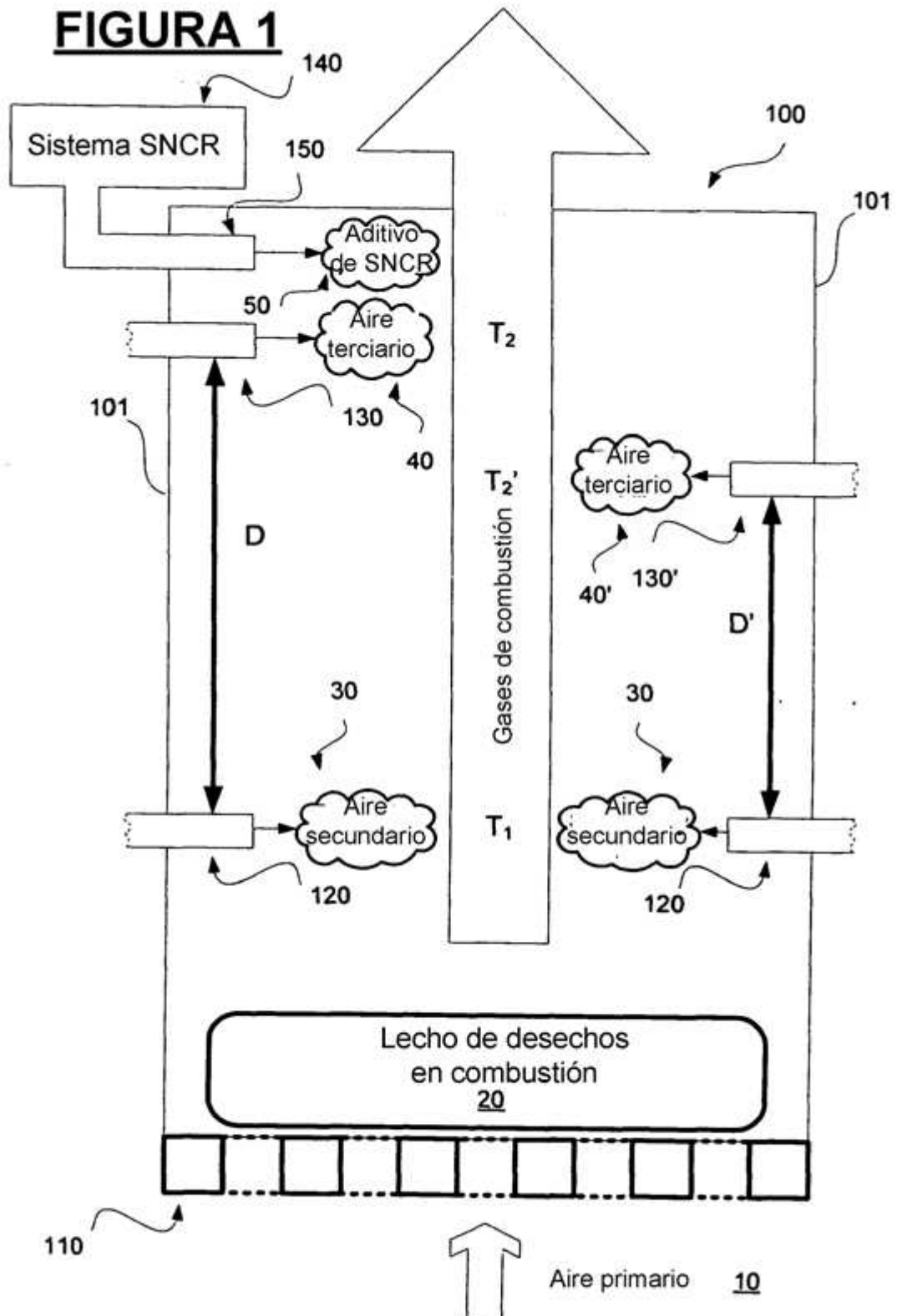
e) un sistema de monitorización en continuo de emisiones configurado para monitorizar las emisiones dentro de y desde el horno (100);

f) un controlador (170) conectado al sistema de monitorización en continuo de emisiones y para ajustar la asignación del aire (30) secundario y el aire terciario;

15 g) un sistema (140) de reducción no catalítica selectiva (SNCR), situado aguas abajo de la al menos una tobera (130) de aire terciario.

2. Sistema según la reivindicación 1, en el que el controlador (170) está configurad además para ajustar la asignación del aire (10) primario a la fuente de aire primario.

**FIGURA 1**



**FIGURA 2**

