



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 272 406**

(51) Int. Cl.:
F23G 5/14 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **01202285 .1**

(86) Fecha de presentación : **14.06.2001**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1164331**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **19.12.2001**

(54) Título: **Recirculación de gases quemados en incineradores de desperdicios.**

(30) Prioridad: **14.06.2000 NL 1015519**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2007

(73) Titular/es: **Gemeente Amsterdam, Gemeentelijke
Dienst Afvalverwerking
Australiehavenweg 21
1045 BA Amsterdam, NL**

(72) Inventor/es: **Van Berlo, Marcellus Antonius Jozef**

(74) Agente: **Durán Moya, Luis Alfonso**

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

Recirculación de gases quemados en incineradores de desperdicios.

La presente invención se refiere a un método para la incineración de desperdicios en un incinerador de desperdicios según el preámbulo de la reivindicación 1 y, también, a un incinerador de desperdicios de alto rendimiento.

Los incineradores de desperdicios y la forma en que estos funcionan son conocidos en la práctica. En general, el material de desperdicios a incinerar es colocado sobre un soporte que presenta orificios, conocido en general como rejilla del incinerador, en el que se conduce aire de combustión, como gas primario, desde debajo, atravesando la rejilla del incinerador y el material de desperdicios. Este aire de combustión suministra el oxígeno necesario requerido para la incineración. Frecuentemente, este aire es recalentado a efectos de conseguir que los desperdicios quemen mejor, dado que el aire de combustión caliente tienen un efecto de calentamiento en el material a incinerar y, asimismo, ayuda parcialmente a secar el material de desperdicios de manera que es más fácil de entrar en combustión. No obstante, dado el contenido poco homogéneo del material de desperdicio, en realidad se puede producir un exceso de oxígeno o defecto del mismo localmente en el lecho de los desperdicios, dependiendo de la posición del lecho de los desperdicios y de la magnitud de la incineración que tienen lugar. Los gases resultantes de la incineración (identificados como gases de desperdicios o gases quemados) tienen, por lo tanto, una composición irregular.

A efectos de quemar adicionalmente estos gases de desperdicios que pueden contener monóxido de carbono y partículas de otros desperdicios incombustibles en ciertos lugares y para mezclarlos con las partes de gas que todavía contienen oxígeno, se utiliza una llamada inyección secundaria. Esta inyección secundaria de gas tiene lugar a una altura determinada, por encima del lecho de los desperdicios, de manera que los gases de los desperdicios se mezclan entre sí suficientemente para formar un gas homogeneizado. El gas secundario consiste, en general, en aire que contiene oxígeno que puede ser utilizado por la reacción de incineración. Esto significa que existe siempre un exceso de oxígeno disponible desde el punto de alimentación en el gas secundario.

En el caso de incineradores de gran capacidad no es siempre posible conseguir una mezcla suficiente de los gases de desperdicios no homogéneos por la adición del gas secundario. En este caso, la adición de un tercer gas tiene lugar a una cierta altura, por encima de la entrada del gas secundario. Para la adición del tercer gas se utilizan preferentemente gases de desperdicios (es decir, gases quemados) del incinerador de desperdicios (recirculación de gases quemados). Esto evita que el tercer gas deba ser precalentado, tal como ocurriría si se utilizara aire frío del exterior.

Si bien la técnica descrita es la utilizada generalmente, existen una serie de inconvenientes. El rendimiento de los incineradores de desperdicios habituales es relativamente bajo y, además, los gases de desperdicio creados contienen una gran proporción de sustancias no deseadas, tales como una gran cantidad de óxidos nitrosos y de monóxido de carbono. En la publicación DE-A-3915992 se ha propuesto una serie de mejoras, especialmente para la reducción de los

contenidos de óxidos de nitrógeno.

La presente invención está destinada a dar a conocer una técnica mejorada, tal como se ha indicado en la parte introductoria, de manera que se puedan reducir estos inconvenientes. En particular, la invención está destinada a conseguir una técnica en la que se puede mejorar el rendimiento de la instalación y en la que se puede disminuir la emisión de sustancias peligrosas.

Para ello, la presente invención reconoce un método, tal como se describe en el preámbulo, que se caracteriza por la parte caracterizante de la reivindicación 1. Utilizando estas medidas se consigue una técnica que tiene como resultado un rendimiento mejorado y en la que la cantidad de sustancias peligrosas se hace mínima.

Un método según la presente invención, puede ser llevado a cabo de manera especialmente ventajosa utilizando las medidas que se describen en las reivindicaciones que se adjuntan más adelante en este documento.

De acuerdo con la invención, se utiliza un gas primario en la primera zona que tiene un bajo contenido de oxígeno. Dado el bajo contenido de oxígeno, un incremento de la temperatura no tienen como resultado automáticamente la combustión real del material de desperdicios. Por lo tanto, incluso puede ser utilizada una temperatura superior a 300°C, por ejemplo 450°C o superior. Dado que el gas primario sirve, en primera instancia, para calentar y secar las partes compactas del material de desperdicios, en principio esto no genera, problema alguno. En el segundo caso, las partes fácilmente combustibles del material de desperdicio se queman como resultado del suministro del gas primario, lo que tiene lugar, por lo tanto, con deficiencia de oxígeno. Esto significa que la incineración del lecho de desperdicios tiene lugar, solamente, de forma parcial. Como consecuencia, se pueden liberar una cantidad relativamente grande de monóxido de carbono, CH₄ y otros productos de la reacción de la incineración. Otras partes del primer suministro de gas primario no tendrán como resultado combustión alguna y abandonarán, por lo tanto, el lecho de desperdicios con un bajo contenido de oxígeno. Estas partes de gas, liberadas en la primera zona, son mezcladas junto con el gas secundario. Las partes del gas primario que contienen un exceso de oxígeno, como resultado de que la combustión no es suficientemente buena en ciertas partes del lecho de desperdicios, aseguran, como mínimo, que una parte del monóxido de carbono se quema, tal como se ha descrito anteriormente. A causa de la combustión limitada del material de desperdicio en la primera zona, las temperaturas en el lecho de desperdicios siguen siendo relativamente bajas y el material de desperdicio será solamente pirolizado en un grado limitado. En una zona siguiente, en la que se añade una cantidad mayor de oxígeno, esto tiene como resultado una buena combustión y una temperatura más elevada en el lecho de desperdicios que si la combustión tiene lugar en la primera zona. Dado que el material de desperdicios no es homogéneo y dada la distribución no homogénea del material de desperdicio sobre la rejilla del incinerador, siempre existirán ciertas partes del material de desperdicios que reciben poco oxígeno.

Tal como se ha indicado anteriormente el gas primario de la primera zona sirve, en primer lugar, para secar el material de desperdicios que ha sido coloca-

do en el incinerador. Para ello, el gas primario, que es suministrado a la primera zona, es alimentado a una temperatura comprendida entre 50°C y 300°C, preferentemente entre 150°C y 300°C. El precalentamiento del gas primario para un incinerador de desperdicios requiere una gran cantidad de energía y es especialmente necesario si el material de desperdicio es difícil de quemar. El precalentamiento de los gases primarios depende, por lo tanto, del llamado potencial térmico del material de desperdicios. Es preferible que el gas primario se encuentre a una temperatura aproximada de 100°C, en el caso de un potencial térmico de 11.000 kilojoules por kilo, mientras que la temperatura de los gases primarios debe ser aproximadamente de 180°C, en el caso de materiales de desperdicios con una potencia térmica aproximada de 7.000 kilojoules. Estos valores se basan en la utilización de aire como gas primario, tanto como gas de precalentamiento como gas de ignición.

Tal como se ha mencionado anteriormente, el material de desperdicios, que es colocado en un incinerador de desperdicios para incineración, varía considerablemente tanto en contenido como en humedad. En cuanto a la humedad que pueda existir en el material de desperdicios, es importante la forma en que esta humedad se extiende por el material de desperdicios. Si una parte del material de desperdicios se encuentra relativamente seca y, por lo tanto, es fácilmente combustible, esta parte asegurará que el material de desperdicios más húmedo que lo rodea se secará rápidamente y, por lo tanto, se quemará. En la práctica, las partes secas y húmedas del material de desperdicios no están divididas de forma homogénea, de manera que la combustión tiene lugar de forma muy irregular. Con las combinaciones de desperdicios fácilmente combustibles y desperdicios difíciles de quemar, así como material de desperdicios con un elevado potencial térmico y otros bajo potencial térmico, se puede observar que existen diferentes situaciones, todas las cuales presentan exigencias específicas en la temperatura de los gases primarios.

El material de desperdicios, que es fácilmente combustible y tiene elevado potencial térmico, requiere un precalentamiento muy reducido del gas primario. Si se utiliza aire para recalentamiento, éste tiene como resultado una llama muy viva por encima del lecho de desperdicios, de manera que el encendido en el lecho de desperdicios es muy fuertemente sub-estequiométrico, lo que tienen como resultado temperaturas muy elevadas localmente en la cámara de incineración. En este caso, el recalentamiento del aire es innecesario.

El material de desperdicios que es fácilmente combustible pero que tiene un bajo potencial térmico tampoco requiere precalentamiento del aire. Además, existen menores probabilidades de una combustión fuertemente sub-estequiométrica.

El material de desperdicios que no es fácilmente combustible y que tiene un elevado potencial térmico requiere aire primario a temperatura elevada, a efectos de conseguir una combustión suficiente del material de desperdicios, por una parte, y, por otra, por la razón indicada, la combustión real del material de desperdicios resultará fácilmente en una combustión simple sub-estequiométrica. Por lo tanto, es necesaria una regulación cuidadosa de la temperatura de los gases primarios para controlar la combustión.

Finalmente, es esencial disponer de aire precalen-

tado para el material de desperdicios que no es fácilmente combustible y que tiene un potencial térmico reducido.

En general, las técnicas actuales pueden proporcionar solamente una temperatura única para los gases primarios. Esto significa que, en general, los gases primarios son precalentados, lo que en muchos casos se realizará en condiciones sub-estequiométricas.

Desde otro punto de vista, la invención da a conocer una técnica mejorada, tal como se ha indicado anteriormente, en la que la temperatura es controlada para cada suministro de gas primario parcial. Esto posibilita una regulación en la que la temperatura del gas primario se incrementa solamente en las zonas en las que ello es necesario a causa de la composición del material de desperdicios. Por esta razón, los gases primarios, que son suministrados a la primera zona, se encuentran a una temperatura comprendida entre 50°C a 450°C, preferentemente en una gama de 50°C a 300°C, con una fuerte preferencia por la gama de valores de 150°C a 300°C. Al escoger una temperatura relativamente elevada en la primera zona, el calentamiento de las zonas siguientes puede ser mucho menor. El objetivo es de escoger una temperatura, en la primera zona, que sea tan elevada que en muchos casos se pueda reducir el precalentamiento a cero en las otras zonas. Además, al escoger un flujo de aire relativamente bajo en la primera zona (de 5% a 15% del flujo de aire primario total) se utiliza relativamente poca energía para el precalentamiento.

Los párrafos siguientes describen la invención de manera más detallada basada en las ilustraciones.

La figura muestra la disposición perfil esquemática de un incinerador de desperdicios de acuerdo con el diseño preferente de la invención. El incinerador mostrado tiene cuatro suministros de gas distintos para el gas primario (1), (2), (3), (4). Estos son introducidos bajo la rejilla (5) del incinerador por encima de la cual se encuentra el lecho de desperdicios (6). En el diseño mostrado, los tubos de suministro para el primer, segundo y tercer suministro de gas primario están dotados de un precalentador de aire (7), (8).

El material de desperdicios está situado sobre la rejilla (5) del incinerador por encima del primer suministro de gas primario (1), donde recibe el gas de desperdicios desde debajo que se origina del incinerador de desperdicios. Este gas de desperdicios tienen un bajo contenido de oxígeno. El gas primario del primer suministro de gas (1) pasará a través del lecho de desperdicios (6) por medio de los canales de gas disponibles. El material de desperdicios, que llega a establecer contacto directo con dicho canal, es secado en mayor medida que el resto del material de desperdicios. Si el material de desperdicios, parcialmente seco, es desplazado a una posición en la que se suministra la segunda parte del gas primario (2), dado que esta segunda parte del suministro contiene oxígeno, el frente de llama avanza, prácticamente de forma inmediata hacia abajo, a través de esos canales. Por esta razón es útil mezclar, en cierta medida, el material de desperdicios y alterar los canales existentes al situar las rejilla (5) para la segunda zona y zonas sucesivas algo más bajas y, preferentemente, a una altura que es algo menor que el promedio de la altura del lecho. El resultado de esta mezcla es que las partes de la superficie, que ya queman en la primera zona (1), llegan al lecho de desperdicios (6) y se queman o secan adicionalmente el otro material de desperdi-

cios, de manera que el material de desperdicios de la segunda zona (2) quema de manera más homogénea. Además, la posibilidad de ser capaz de regular el proceso se incrementa porque, en este caso, la rejilla de la primera zona puede ser utilizada para el ajuste fino de la regulación del suministro para el resto del proceso. El frente de llama por encima del material de desperdicios alcanzará la primera altura. Cerca de esta altura se encuentra un suministro de gas secundario (9). Es preferible que una serie de suministros (9) queden situados alrededor de la circunferencia de la instalación. Los gases quemados, que se forman en el frente de llama por encima del lecho de desperdicios, no están constituidos por partes homogéneas. A causa de la composición no homogénea del material de desperdicios, ciertas partes del mismo se incineran bien y, por lo tanto, en dichas partes el oxígeno del gas primario habrá reaccionado. En otras partes en las que la incineración no ha tenido lugar en ninguna proporción sensible, parte del oxígeno suministrado por el suministro de gas primario no habrá reaccionado y, por lo tanto, permanecerá en los gases quemados. Por añadidura de un gas secundario, se puede conseguir una buena mezcla de estos gases quemados. Utilizando gases con un contenido reducido de oxígeno, tal como gases de desperdicios procedentes del incinerador de desperdicios, como gases secundarios, se crea una fuerte acción de mezcla a la primera altura, la parte superior de las llamas en la que se encuentra el lugar más caliente de los gases quemados, pero solamente se crea un exceso limitado de oxígeno de manera que se minimiza la formación de NO_x . Mediante el suministro del tercer gas (10) en una posición situada más abajo del suministro del gas secundario (9), se suministra un gas portador de oxígeno con un contenido adecuado de O_2 (preferentemente con un exceso) a efectos de quemar el CO restante y cualesquiera otros productos de desperdicios posiblemente combustibles en los gases quemados. Dado que esto tiene lugar de forma descendente, los gases quemados son homogéneos y algo más fríos y, por lo tanto, es menor la formación de óxidos de nitrógeno. Especialmente, el hecho de que los gases quemados se encuentran ya mezclados, no se forman temperaturas máximas locales que provocan la mayor parte de la formación de óxidos de nitrógeno.

La subdivisión del suministro de gas primario en varias zonas, tal como se ha mostrado en las cuatro zonas de la ilustración (1), (2), (3), (4), que pasan sucesivamente por el material de desperdicios a incinerar (6), consigue una combustión óptima. Esto se puede conseguir especialmente porque la temperatura puede ser regulada de forma independiente para cada zona. Dado que, en la práctica, es difícil evaluar el potencial térmico del material de desperdicios y su comportamiento en ignición por adelantado para poderse basar en el mismo, la regulación del ajuste de temperatura del gas primario tiene lugar detectando el frente de llama para cada zona. Esto se puede conseguir a mano o mediante una medición automática del frente de llama con ayuda de cámaras de vídeo para luz visible y/o luz de infrarrojos.

Los gases primarios suministrados a la primera zona (1) pueden tener una elevada temperatura sin problema alguno, porque el contenido de oxígeno de éstos es muy bajo. El contenido de oxígeno puede ser 0% en volumen o más elevado. La incineración por encima de la primera zona es, por lo tanto, limitada.

La temperatura máxima de la llama en la primera zona se reduce, por lo tanto, en proporción al porcentaje de oxígeno disponible, de manera que no se pueden producir averías en la rejilla de desperdicios. En particular, se evitan averías producidas por gotas de metal fundido que se sueldan a la superficie de la rejilla. Con las técnicas actuales, en las que se utiliza habitualmente una rejilla enfriada por agua, no es posible obtener esta ventaja en un grado elevado de este tipo.

Dado que la energía disponible que es liberada en la primera zona es limitada, porque solamente tiene lugar una combustión basada en una cantidad limitada de oxígeno, la reacción de los gases de desperdicios en la primera zona es también limitada. El material de desperdicios puede ser completamente presecado sin que todo el material sea incinerado en la primera zona. Esto tiene como resultado una buena situación de combustión en la segunda zona, en la que es posible que no sea necesario más precalentamiento del aire, pero en la que la incineración puede estar todavía bien regulada. Una incineración homogénea puede ser conseguida especialmente en la segunda zona cuando la rejilla (5) del incinerador está colocada en un punto más bajo, tal como se ha descrito anteriormente.

Tal como se ha mencionado anteriormente, es preferible que la recirculación de gases de desperdicios sea realizada como gas primario en la primera zona. De esta manera, los gases de desperdicios del incinerador después de pasar por el filtro de polvo (11) son recirculados a la primera zona. El porcentaje de oxígeno y la temperatura son, en este caso, fijados de modo razonablemente firme (dependiendo del diseño del proceso) y no se pueden utilizar para el control real del proceso de combustión. La cantidad (flujo) de gases primarios en la primera zona es muy fácil de variar en una amplia gama.

Otras posibilidades de aplicación como primera parte constituyente del suministro de gas son la utilización de gases de desperdicios procedente de los quemadores de gas, calderas que funcionan con gas, motores de gas o turbinas de gas, por ejemplo. Es especialmente importante la utilización de motores de gas en base a los gases de desperdicios disponibles, tales como gas biológico que resulta de la fermentación producida por purificación de aguas residuales, por ejemplo. Dado que, en este caso, el calor de los gases de desperdicios procedentes del motor son utilizados también de manera eficaz, el rendimiento aumenta significativamente en comparación con la disposición convencional separada del motor de bio-gas en el que solamente se utiliza la electricidad generada y el calor precedente del agua de refrigeración.

Los gases de desperdicios producidos de esta manera pueden ser mezclados con aire exterior, a efectos de lograr la temperatura requerida combinada con el porcentaje de oxígeno necesario, de manera que todavía se añada un cierto porcentaje de oxígeno a estos gases. La cantidad de aire que se añade a los gases de desperdicios desde el exterior depende de la temperatura necesaria para el gas primario en la primera zona. En general, será de 100°C a 270°C . En el caso de gases de desperdicios procedentes de una caldera de gas, una parte de calor de los gases de desperdicios será recuperada, de manera que este gas tendrá una temperatura menor cuando se suministra a la primera zona. El porcentaje de oxígeno en este caso variará de 0% a 15%. Además, la recuperación de calor de la combustión del gas en el quemador de gas tendrá

como resultado un mayor rendimiento para la totalidad de la instalación. Los gases de desperdicios procedentes de una turbina de gas también pueden ser utilizados de manera adecuada. Especialmente en el caso de gases de desperdicios de una turbina de gas o motor de gas, éstos pueden tener una temperatura superior a 270°C, por ejemplo, 450°C o superior. Si los desperdicios contienen una parte de humedad y el flujo en la primera zona no es elevado, incluso con estas temperaturas, la pirólisis puede estar limitada de manera que permanece suficiente potencia calorífica en los desperdicios, para conseguir una buena combustión en la zona sucesiva (segunda). La mezcla con aire frío o con gases de desperdicios de recirculación más fríos es también posible. La invención es, por lo tanto, adaptable asimismo para casos similares en los que la temperatura del suministro de gas primario es superior a 300°C.

Los gases de desperdicios procedentes del incinerador de desperdicios, tal como se ha mostrado en la figura, que son extraídos después de haber pasado a través del filtro de polvo (11), se encuentran en una temperatura comprendida entre 100°C y 270°C. Un problema que se puede presentar utilizando recirculación de gases de desperdicios de este tipo es la corrosión en "puntos fríos" y la fuga de los gases de recirculación hacia el exterior en lugares en los que existe una presión elevada. A causa de la temperatura de los gases de recirculación, es posible una corrosión similar tal como resultado de condensación del gas recirculante en los tubos que suministran gas en la zona de incineración, por ejemplo, por debajo de la rejilla (5) del incinerador. De acuerdo con la implementación preferente, es mejor encerrar el suministro de la primera parte del gas primario (1) en un cuerpo envolvente (12) que será alimentado con gases, tal como se ha mostrado en la figura 2. Esto hace posible un aislamiento satisfactorio. Además, cualesquiera fugas de los gases recirculantes en este cuerpo envolvente (12) no conducirá a problemas directos en el área inmediata porque los gases que han escapado por fugas serán recogidos y diluidos en el cuerpo envolvente (12). Estos gases se podrán hacer pasar a continuación a la zona de incineración. Tal como se ha mostrado en la figura 2, la segunda parte del suministro del gas primario se utiliza para mantener la parte circundante del suministro de la primera parte del gas de suministro (1) a la temperatura más elevada necesaria, de manera que no puede tener lugar condensación alguna. El suministro (1) y especialmente la tolva por debajo de la rejilla (5) de la primera zona, tal como se ha mostrado en la figura 2, están situados en este caso en un cuerpo envolvente (12) que es mantenido en una temperatura regulada por la segunda parte del suministro de gas, y que se puede mantener también a una presión más elevada de acuerdo con otra implementación recomendada. Dado que este suministro de la primera parte de gas está aislado y rodeado por el aire precalentado mediante un precalentador de aire, se pueden impedir los puentes de frío mediante esta construcción. Si este precalentador es el calentador de la segunda parte del suministro primario de gas (7), este calentador debe funcionar de manera continuada a una temperatura suficientemente elevada. Si es necesario, se puede disponer, en este caso una derivación en la que el gas primario suministrado en la segunda zona no pasa a través del precalentador de aire (7). También es posible, utilizando una válvula de control, proporcionar

una conexión entre el aire precalentado que procede del cuerpo envolvente y la tolva para la primera parte del suministro de gas, a efectos de añadir aire rico en oxígeno a la primera parte del suministro.

El gas de desperdicios que se utiliza para recirculación debe ser retirado preferentemente del incinerador de desperdicios a través de un filtro de bolsas o un filtro electrostático (11), de manera que la cantidad de polvo en el gas recirculante es baja y no se presentan problemas con depósitos en los tubos. La temperatura del gas en recirculación está comprendida entre 170°C y 270°C, preferentemente entre 190°C y 230°C. Esta temperatura debe ser suficientemente elevada para impedir problemas con la condensación de gases de desperdicios, pero también debe ser suficientemente baja para el tratamiento por los materiales de filtro habituales de los filtros de bolsas, por ejemplo, una capa catalítica especial sobre el material de filtro de los filtros de bolsas. Por medio de una inyección de amoníaco común, tal como es bien conocido, en el primer tiro del escape de gases de desperdicios (SNCR), es posible una conversión catalítica de NO_x con NH₃ a esta temperatura, en combinación con el fraccionamiento de dioxina/furano.

El aire primario para la primera zona es regulado a efectos de controlar el fuego en la segunda y tercera zonas. La gama de suministro de gas con intermedio de la primera zona debe ser aproximadamente de 2,5% a 25% de la cantidad total de gas primario. Para desperdicios domésticos normales con una potencia calorífica aproximada de 10.000 Kilojoules/kilo, es suficiente el 10% del total para secar bien el material de desperdicios, por la alta temperatura de recirculación de gases utilizada. En el caso de incineración satisfactoria (llama corta y potente en la segunda zona y reducido porcentaje de material restante), el proceso de secado es más que satisfactorio y la cantidad de suministro de gas se puede reducir al 5%. En el caso en el que los desperdicios no se queman suficientemente, la cantidad se puede incrementar hasta 20%.

La rejilla (5) del incinerador en la primera zona sobre la que se sitúa el material de desperdicios a quemar (6), de manera inicial, no tiene que estar dotada de refrigeración de agua. Cuando se utiliza refrigeración de agua, la condensación del agua del gas recirculado puede tener lugar especialmente en las partes enfriadas. Tal como se ha mencionado anteriormente, los gases de recirculación tienen un contenido de oxígeno muy bajo pero temperatura relativamente alta, de manera que no se produce virtualmente combustión en el material de desperdicios por encima de la primera zona. Además, dado el bajo contenido de oxígeno (como mínimo menor del 20% del volumen), pueden existir temperaturas de llama de hasta un máximo de 500°C si el contenido de oxígeno es menor de 10% en volumen. No obstante, dado el bajo contenido de oxígeno y la temperatura reducida, el frente de llama difícilmente puede desplazarse hacia abajo. Esto significa que no se pueden producir averías a la rejilla (5) del incinerador de la primera zona por sobrecalentamiento de la rejilla.

El material de desperdicios de la primera zona que alcanza la segunda zona se encuentra, no obstante, bien seco y es fácilmente combustible. Cuando este material de desperdicios llega a la segunda zona, se añade un suministro de aire primario con un contenido normal de oxígeno. Esto provoca que el centro de llamas se desplace hacia abajo virtualmente de for-

ma instantánea. Por esta razón, es preferible que la rejilla del incinerador en la segunda zona (5) sea refrigerada por agua. A causa del contenido de oxígeno y también de la mezcla satisfactoria del oxígeno y el material de desperdicios a quemar, tendrá lugar una llama muy potente en el lecho del incinerador que quema hasta arriba de la rejilla (5). A causa de la pirólisis parcial como resultado de la alta temperatura del gas primario, en la primera zona, las partes muy fácilmente combustibles del material de desperdicios (especialmente materiales sintéticos) pierden ya una parte de su potencia térmica y las temperaturas máximas en las zonas segunda y tercera son menores que en el caso en el que el material de desperdicios de la primera zona es incinerado por completo, tal como es el caso habitual cuando se utiliza aire rico en oxígeno. El calor que absorbe la rejilla (5) y facilita al agua de refrigeración es reutilizado de manera adecuada.

Si la combustión en la segunda y tercera zonas tiene lugar de manera muy satisfactoria, el gas primario para la segunda y tercera zona puede ser utilizado sin ningún precalentamiento adicional del aire (-7-, -8-), reduciendo, por lo tanto, la temperatura de la rejilla y de la llama, y reduciendo también la formación de NO_x . Para desperdicios normales de tipo doméstico (9.000 a 11.000 Kilojoules por kilo), éste será el caso en general cuando el material de desperdicios (6) tiene que ser presecado en la primera zona con ayuda de recirculación de gas. El gas que es suministrado a las zonas segunda y tercera puede ser, por lo tanto, aire fresco suministrado directamente desde el exterior. Además del ahorro de energía conseguido de este modo, se tiene la ventaja de que cuando el aire es frío, la velocidad del aire será más baja para igual suministro de oxígeno, de manera que se creará menos polvo en los gases quemados.

Tal como se ha descrito en lo anterior, la cantidad de oxígeno suministro por intermedio de las zonas segunda y tercera al material de desperdicios que se tiene que quemar (6) debe ser aproximadamente estequiométrico o algo menos (de 0,8 a 1,0 veces la cantidad de oxígeno necesaria para la combustión). Dependiendo del tipo de material de desperdicios, para cada zona aproximadamente se debe suministrar 15% a 40% de la cantidad total de suministro de gas primario y terciario a las zonas segunda y tercera. Lo preferente es que la cantidad de aire suministrado a la segunda y tercera zona sea aproximadamente de 25% a 30% de la cantidad total de gas utilizado como suministro de aire primario y terciario. El resultado de ello es que la mayor cantidad de calor se desarrolla en el propio lecho de desperdicios. El residuo carbonoso, es decir, el porcentaje de carbono no quemado, mejora como consecuencia y, a causa de la temperatura elevada, la máxima proporción de metales pesados es expulsada de la escoria resultante. La calidad de la escoria resultante mejora por lo tanto a causa del secado satisfactorio en la primera zona. Tal como se ha mencionado anteriormente, el gas utilizado para las zonas segunda y tercera preferentemente no debe ser precalentado y, en el caso de un suministro suficientemente bueno de material de desperdicios que puede ser presecado a efectos de conseguir una combustión rápida en la segunda zona, se puede omitir, si es necesario, el precalentador de aire (7), (8). Contrariamente a lo previsto en la Patente DE3915992A1 anteriormente mencionada, no es aconsejable utilizar también un contenido de oxígeno medido en la zona principal de

combustión, porque la combustión tiene lugar en todo caso en aquella de forma sub-estequiométrica.

La última zona, por ejemplo una zona cuarta o incluso una zona quinta, o también otra zona adicional si se utilizan varias zonas similares, es una zona final de incineración y refrigeración que recibe solamente de 5% a 15% de la cantidad total de gas. El gas recirculado puede ser posiblemente utilizado en esta zona. Esto tiene la ventaja de que el CO_2 y H_2O contenidos en los gases recirculados, si es necesario suplementados con agua adicional, reaccionan con el calcio de las escorias, de manera que pasa por un proceso rápido de envejecimiento y existe un valor de pH más bajo en cualquier lixiviado posterior. De esta manera la calidad de la escoria es mejorada porque existe un menor lixiviado. En los momentos en los que la incineración de la zona principal de incineración no está procediendo de modo satisfactorio, puede ser útil utilizar temporalmente un contenido de oxígeno incrementado directamente después de la zona de incineración principal, a efectos de conseguir una buena combustión de la capa de cenizas más baja.

A efectos de obtener el contenido bajo de oxígeno que se ha indicado en el gas secundario, es preferible suministrar gas recirculado, es decir, gas de desperdicios del incinerador, como gas secundario.

Para el tercer suministro de aire, lo preferible es un porcentaje de 5% a 30% de la cantidad total de aire suministrado, preferentemente de 10% a 20%.

Cuando la altura de la llama por encima del lecho de desperdicios (6) se reduce debido a una combustión inadecuada o a ignición insuficiente, es preferible reducir la cantidad de suministro de aire terciario, o posiblemente incluso interrumpirlo por completo, a efectos de corregir el porcentaje creciente de oxígeno en los gases quemados, que es el resultado de una combustión no adecuada.

Para regular la capacidad del fuego, la posición de la zona principal de combustión y la extensión a la que el material de desperdicios es incinerado al final de la rejilla, se dispone de las siguientes cantidades de control:

- cantidad de material de desperdicios alimentado a la rejilla
- transporte del material de desperdicios sobre la rejilla
- cantidad de aire suministrado a cada zona
- temperatura del aire en cada zona
- contenido de oxígeno en la primera zona.

Esto significa que existe un gran número de combinaciones posibles. Es preferible utilizar el transporte de material de desperdicio como regulador principal de la capacidad de la instalación. El suministro de material de desperdicio a la rejilla se debe ajustar a efectos de obtener un espesor satisfactorio de la capa. Con respecto a la creación de emisiones bajas, no se recomienda regular la cantidad de aire de la zona de combustión principal, porque esto alteraría la estequiometría y, por lo tanto, el equilibrio de la combustión. Solamente son posibles en esta zona ajustes menores de 10% aproximadamente de este flujo o ajustes lentos que no sean más rápidos que el suministro del material de desperdicio a la zona de combustión, a efectos de controlar la capacidad y posición del fuego, respectivamente. Con la regulación individual de

la temperatura de cada zona propuesta en la reivindicación 2, es posible soportar temporalmente una falta local de combustión en la zona principal de combustión sin adaptar la cantidad de suministro de aire. En lo que respecta a la utilización de energía, la limitación de la formación NO_x y la influencia negativa en el proceso de desperdicios están destinadas a mantener la temperatura nominal del aire en la zona principal de combustión lo más baja posible. Esto se puede controlar al actuar sobre el proceso de secado de la primera zona. Para ello un porcentaje de oxígeno fijo, lo más bajo posible, está destinado a ello en principio así como una alta temperatura en el primer suministro de gas primario. De esta manera, el primer suministro de gas primario pasa a ser la cantidad de regulación principal para el secado del material de desperdicios. Este flujo es regulado de manera que tenga lugar una combustión satisfactoria en la segunda zona, pero no más de lo necesario para impedir una combustión demasiado violenta.

Se puede observar de la información anterior que la invención da a conocer una técnica muy mejorada para la combustión de material de desperdicio en un incinerador de desperdicio. Las inversiones adicionales necesarias para la recirculación de los gases de desperdicio y la construcción más compleja para el suministro de los gases de recirculación en la primera zona se compensan por el hecho de que la limpieza de los gases de desperdicio puede ser llevada a cabo a menor escala, y el hecho de que se necesita mucha menos energía para el precalentamiento de

la parte principal del suministro de gas. Las ventajas se consiguen especialmente dado que la incineración es mejor y porque esto resulta en una capa de cenizas de mejor calidad. Además existe la ventaja de que se puede procesar material de desperdicio con una amplia gama de potencias térmicas (de 5.000 a 16.000 kilojulios por kilogramo) con incineración fácilmente controlable. Dado el satisfactorio pre-secado en la primera zona, se puede conseguir una temperatura de la llama y altura de la misma más constantes de manera que se pueden evitar los máximos y mínimos de la producción de vapor. Todas estas medidas conducen a un rendimiento energético mejorado. Esto hace posible conseguir un rendimiento en la producción eléctrica de un mínimo de 30% bruto/26% neto, 33% bruto/29% neto con mejora del rendimiento, o bien 36% bruto/33% neto con el mejor rendimiento, cuando un método tal como se ha descrito en la presente invención se combina con un método tal como los descritos en las solicitudes de patente de los mismos inventores que se presentan conjuntamente con esta solicitud de patente. Además, el contenido de NO_x es reducido, en primer lugar, por la menor temperatura del incinerador y, en segundo lugar, por el hecho de que se puede aplicar a esta técnica de manera efectiva un filtro de polvo catalítico.

La invención no queda limitada a la implementación mostrada en las figuras y descripción que se han indicado, sino solamente por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Método para la incineración de material de desperdicio en un incinerador, que comprende:

suministro de material de desperdicio en una zona de incineración que contiene una rejilla de incineración, de manera que el material de desperdicio es suministrado a un primer lado de la rejilla de incineración y es desplazado a un segundo lado durante la realización del método, suministrando desde debajo, a través de la rejilla de incineración y el material de desperdicio situado sobre la misma, un gas primario a efecto de incinerar por lo menos parcialmente dicho material de desperdicio en un área de combustión que se extiende desde la rejilla de incineración al primer nivel por encima de la rejilla de incineración,

de manera que la zona de incineración comprende como mínimo dos zonas, siendo suministrado el material de desperdicio a una primera zona y de manera que, durante la realización del método, el material de desperdicio es desplazado a una zona sucesiva conectada; un primer gas principal parcial es suministrado a la primera zona por un contenido de oxígeno menor de 20% en volumen y una temperatura comprendida entre 50°C a 450°C, preferentemente entre 50°C a 300°C, y una cantidad de gas primario parcial sucesiva es suministrada a la zona o zonas sucesivas; y

caracterizado porque la temperatura es controlada para cada suministro de gas principal parcial.

2. Método, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el primer suministro de gas principal parcial comprende gases de desperdicio procedentes de un incinerador, preferentemente gases de desperdicio de un incinerador de desperdicios, una caldera de gas, un motor de gas o una turbina de gas, siendo los más preferentes los gases de desperdicio procedentes de un incinerador de desperdicios.

3. Método, según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la construcción del suministro del primer suministro de gas principal parcial, siempre que éste comprenda gases de desperdicios procedentes de un incinerador, queda alojada en un cuerpo envolvente, recibiendo dicho cuerpo envolvente la alimentación de gases a una temperatura y/o presión iguales o superiores a la temperatura o presión, respectivamente, del primer suministro de gas principal parcial.

4. Método, según las reivindicación 2 ó 3, **caracterizado** porque el gas de desperdicio de un incinerador es filtrado, preferentemente mediante un filtro de polvo.

5. Método, según las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque el gas secundario es suministrado cerca del primer nivel por encima de la rejilla de incineración y un tercer gas es suministrado a un segundo nivel por encima del primer nivel, de manera que el gas secundario tiene un contenido de oxígeno <20% en volumen y el tercer gas tiene un contenido de oxígeno más elevado que el gas secundario.

6. Método, según la reivindicación 5, **caracterizado** porque el gas secundario contiene gases de desperdicios procedentes de un incinerador de desperdicios.

7. Método, según las reivindicación 5 ó 6, **caracterizado** porque el gas terciario comprende aire externo.

8. Método, según las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada** porque el gas primario de la primera zona tiene un contenido de oxígeno comprendido entre 0% y 15%, preferentemente de 0% a 10%.

9. Método, según las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque el gas primario es suministrado por un mínimo de tres suministros parciales, de manera que como mínimo:

- un primer suministro parcial de gas tiene un contenido de O₂ comprendido entre 0% y 15% y constituye entre 2% y 25% de la cantidad total de gas primario;
- uno o varios suministros de gas parcial sucesivos constituyen entre 15% y 90% de la cantidad total de gas primario; y
- un último suministro de gas parcial constituye entre 5% y 25% de la cantidad total de gas primario.

10. Método, según las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque el cuerpo envolvente recibe la alimentación de gases procedentes de un suministro de gas principal parcial sucesivo.

11. Método, según la reivindicación 10, **caracterizado** porque los gases procedentes del cuerpo envolvente son suministrados a continuación a la zona de incineración, por ejemplo, por mezcla de los mismos con el primer suministro de gas principal parcial.

12. Método, según la reivindicación 10, **caracterizado** porque los gases procedentes del cuerpo envolvente son suministrados a continuación a una zona de incineración sucesiva, por ejemplo, mediante una pared lateral, o como gas secundario en la caldera como gas de incineración.

13. Método, según las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado** porque el cuerpo envolvente recibe la alimentación de gases a una temperatura mínima de 150°C.

14. Método, según las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado** porque el tubo para el suministro de gases de recirculación está encerrado en un tubo que recibe la alimentación de gases a una temperatura y/o presión igual o superior a la del primer suministro de gas principal parcial.

15. Método, según las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizada** porque el primer suministro de gas principal parcial es controlado a efectos de incluir en la incineración en la zona de incineración principal conectada al variar básicamente el flujo del primer suministro de gas principal parcial, y el contenido de oxígeno y/o la temperatura son variados subsiguientemente o simultáneamente.

16. Horno para la incineración de desperdicios para un incinerador de desperdicios, que consiste en una rejilla de incinerador (5) para el material de desperdicios (6) a incinerar, medios para desplazar los desperdicios a incinerar desde un primer lado a un segundo lado, medios para el suministro de gas primario (1, 2, 3, 4) por debajo de la rejilla del incinerador, medios para el suministro de gas secundario (9) a un primer nivel por encima de la rejilla del incinerador y medios de suministro de gas terciario (10) como segundo nivel por encima de la rejilla del incinerador y por encima de los medios de suministro de gas secundario, de manera que los medios de suministro de gas secundario están conectados a una salida de gases de desperdicios procedentes del incinerador de desperdi-

cios, **caracterizado** porque se disponen un sensor de temperatura y un calentador para control de la temperatura de cada uno de los suministros de gas principal.

17. Horno para la incineración de desperdicios, según la reivindicación 16, **caracterizado** porque los medios de suministro de gas principal están conectados a la salida de gases de desperdicio de un quemador de gas, una caldera de gas, un motor de gas, una turbina de gas, una planta de fermentación de aguas residuales o bien un motor de bio-gas.

18. Horno para la incineración de desperdicios, se-

gún la reivindicación 16, **caracterizado** porque los medios para el suministro de gas principal consisten como mínimo en dos suministros separados, estando situado el primer suministro de gas principal cerca del primer lado por debajo de la rejilla del incinerador, y estando situados los segundos medios de suministro de gas principal cerca del segundo lado por debajo de la rejilla del incinerador, y estando conectados los primeros medios de suministro de gas principal a un escape de gases de desperdicio procedentes de un incinerador de desperdicios.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



