

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 712 000**

51 Int. Cl.:

B01D 53/52 (2006.01)

B01D 53/58 (2006.01)

B01D 53/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.09.2012 PCT/NL2012/050626**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.03.2013 WO13036124**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.09.2012 E 12758922 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018 EP 2753416**

64 Título: **Un proceso para la incineración de NH₃ y un incinerador de NH₃**

30 Prioridad:

09.09.2011 NL 2007381

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

08.05.2019

73 Titular/es:

**DUIKER COMBUSTION ENGINEERS B.V. (100.0%)
91 Turfschipper
2292 JK Wateringen, NL**

72 Inventor/es:

**BETLEM, MAARTEN;
OLSTHOORN, SJAAK y
VAN WELSEN, MARK**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 712 000 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

Un proceso para la incineración de NH_3 y un incinerador de NH_3

5 **Campo técnico:**

[0001] Esta invención se refiere a la incineración de NH_3 . Más en particular, esta invención se refiere a un proceso para la incineración de NH_3 con formación reducida de NO , al control de un proceso tal y a un incinerador de NH_3 .

10

Técnica anterior:

[0002] El NH_3 (amoníaco) es un gas incoloro corrosivo, con un olor fuerte. Se presenta de forma natural y también es fabricado por la industria química. En las refinerías se encuentran frecuentemente corrientes de gas residual que comprenden amoníaco. En algunos casos, tales corrientes de gas residual contienen también sulfuro de hidrógeno en proporciones comparables.

15

[0003] El NH_3 puede procesarse en un proceso de incineración de NH_3 o, alternativamente, en un proceso de Claus. Estas dos rutas para la destrucción del NH_3 son diferentes en cuanto a los requisitos de equipos, la química y las condiciones del proceso. Los dos consiguen la destrucción del NH_3 . Por tanto, como corriente de alimentación en un proceso de Claus pueden emplearse corrientes gaseosas de H_2S que contienen NH_3 . El proceso de Claus es un proceso de desulfuración de gas que recupera azufre elemental a partir de sulfuro de hidrógeno gaseoso. Además, el proceso de Claus es un proceso muy eficiente para la conversión de NH_3 en presencia de H_2S y SO_2 con poca o ninguna producción de NO .

20

[0004] Una desventaja del proceso de Claus es la formación de sales de amonio cuando se usa una alimentación que comprende NH_3 además de H_2S . Por consiguiente, se hace funcionar un horno de Claus que está adaptado para el manejo de la presencia de NH_3 a una temperatura más alta (típicamente a una temperatura incrementada de al menos 1.250°C). Además, la cantidad de oxígeno requerida cuando se usa una corriente de gas mixto en lugar de una corriente relativamente pura de H_2S es significativamente mayor, lo que aumenta los costes operativos y de inversión.

25

[0005] De acuerdo con el documento WO 2006106289, una corriente de gas que comprende sulfuro de hidrógeno y amoníaco se hace pasar desde una columna de separación a una única etapa de combustión u horno de una planta de Claus. La combustión se lleva a cabo en condiciones que eliminan esencialmente todo el amoníaco. La combustión es apoyada por una corriente de gas que contiene al menos el 40 % en volumen de oxígeno. En el documento WO 2008124625 se describen procedimientos oxidativos y reductores para la destrucción rentable de una corriente de gas que contiene amoníaco, y que potencialmente contiene cantidades menores pero significativas de sulfuro de hidrógeno, en una unidad de Claus convencional de tratamiento del gas de cola para la recuperación del azufre, con el uso de caudales y composiciones de los gases de combustión controlados, con el fin de obtener las temperaturas necesarias para la destrucción deseada de las sustancias combustibles indeseadas.

30

[0006] En el documento US 6902713 se describe un procedimiento de oxidación parcial para un gas que contiene sulfuro de hidrógeno y amoníaco en un horno de Claus con la ayuda de un gas rico en oxígeno. El procedimiento implica la medición del contenido residual de amoníaco a la salida del horno, es decir, después de las diversas etapas del proceso de Claus y con independencia del rendimiento y las conversiones durante el proceso de Claus, la comparación de este valor con un valor máximo establecido por el usuario de la unidad de Claus y la modificación del flujo del gas rico en oxígeno en proporción con el flujo del gas de amoníaco de la manera correspondiente. El contenido de amoníaco residual se mide continuamente por medio de un diodo láser situado en la conducción principal o en una tubería de derivación para muestreo a la salida del horno de Claus, en que los gases de la tubería de muestreo se reinyectan en la conducción principal y el flujo del gas rico en oxígeno se modifica por medio de un bucle de regulación entre el aparato de medición continua y un controlador automático para el regulador. Esta corriente de gas ácido puede contener hasta el 60 % molar de amoníaco y contiene cantidades significativas de sulfuro de hidrógeno.

35

[0007] Aunque los procesos mencionados anteriormente para el tratamiento de corrientes residuales que contienen sulfuro de hidrógeno y amoníaco tienen la ventaja de eliminar esencialmente todo el amoníaco, desafortunadamente, no siempre hay un horno de Claus disponible. Además, un horno de Claus típico es bastante complejo y comprende varias etapas para la combustión parcial del sulfuro de hidrógeno y para llevar a cabo la reacción de Claus del sulfuro de hidrógeno con dióxido de azufre para formar azufre elemental, varios condensadores para recuperar el azufre elemental y varios recalentadores para calentar los gases restantes antes de las reacciones subsiguientes. En otras palabras, aunque en las referencias mencionadas anteriormente se han descrito procesos y hornos de Claus mejorados que hacen posible la virtualmente completa incineración del NH_3 sin NO , la desventaja es la inversión en un horno de Claus, que es relativamente costoso, y en los equipos a continuación del horno de Claus, que además funcionan con costes operativos relativamente elevados. Finalmente,

40

como se demuestra en el documento US 6902713, incluso un proceso de Claus requiere generalmente un incinerador para el tratamiento del gas de cola de dicho proceso de Claus.

- 5 **[0008]** Un incinerador dedicado al NH_3 es más atractivo que un proceso de Claus para el tratamiento de corrientes de gas residual que comprenden NH_3 como principal o único componente combustible. Sin embargo, el problema de los incineradores de NH_3 es que pueden formarse óxidos de nitrógeno durante la combustión. Existe la necesidad de destruir esencialmente todo el amoníaco en tales corrientes de gas, pero sin la creación de cantidades apreciables de óxidos de nitrógeno en el gas efluente que resulta del proceso de incineración.
- 10 **[0009]** En el documento GB 2116531 se describe un proceso y un aparato para la eliminación simultánea de un gas residual que contiene NH_3 y un gas residual que contiene compuestos de azufre combustibles. En este proceso, la combustión se lleva a cabo en tres etapas independientes, en que la combustión del gas residual que contiene los compuestos de azufre tiene lugar en la tercera etapa. En una primera etapa de incineración, se quema el gas residual que contiene NH_3 en presencia de un gas carburante con una primera cantidad subestequiométrica de oxígeno libre en el incinerador. A continuación, los gases de combustión se mezclan con una segunda cantidad de oxígeno libre, en que el total de la primera y la segunda cantidad es superestequiométrico, y la mezcla se quema en un segundo incinerador. No se proporciona información sobre la eficiencia de la combustión ni se sugiere cómo optimizarla con una formación más reducida de NO.

- 15 **[0010]** En el documento JP 49042749 se describe la combustión de amoníaco con aire en dos etapas con un enfriamiento intermedio.

- 20 **[0011]** Del documento EP 1106239 se conoce un proceso alternativo. Una corriente de gas que contiene al menos el 50 % en volumen de amoníaco, pero menos del 5 % en volumen de sulfuro de hidrógeno, se quema en una región de reacción a la que se suministra oxígeno y aire enriquecido con oxígeno. Tanto la combustión como el craqueo térmico del amoníaco tienen lugar en la región de reacción. El caudal de suministro de oxígeno a la región de reacción es del 75 al 98 % del caudal estequiométrico requerido para la combustión completa de todos los fluidos combustibles suministrados a la región de reacción; por tanto, la relación entre el oxígeno y el amoníaco es aún menor. El efluente de la región de reacción se quema subsiguientemente (preferentemente con oxígeno puro o aire enriquecido con oxígeno) y se descarga a la atmósfera. En estas condiciones, no queda esencialmente nada de amoníaco en el gas efluente, mientras que la formación de óxidos de nitrógeno puede minimizarse. Por consiguiente, este proceso requiere oxígeno puro o aire enriquecido con oxígeno. Un proceso para la incineración de NH_3 que no se base en oxígeno puro o en aire enriquecido con oxígeno sería mucho más atractivo. Además, sería deseable reducir la cantidad de NO a 100 ppm o menos, preferentemente a menos de 50 ppm.

- 25 **[0012]** Los presentes inventores se han propuesto optimizar el proceso para la incineración de NH_3 , por ejemplo, una corriente que contiene al menos el 30 % en volumen de NH_3 y que preferentemente no contiene más del 40 % en volumen de H_2S , de manera que la formación de NO se reduzca a menos de 100 ppm de NO. Este problema se ha resuelto de la manera siguiente.

30 **Descripción de la invención:**

- 35 **[0013]** La invención proporciona un proceso para la incineración de NH_3 en un incinerador de NH_3 que comprende:

40 a. una primera etapa de incineración que comprende:

- 45 i. hacer reaccionar una corriente de gas que comprende NH_3 y opcionalmente una corriente de carburante en condiciones de incineración con una primera corriente que contiene oxígeno, con una cantidad subestequiométrica de oxígeno en la primera corriente que contiene oxígeno con respecto al NH_3 en la corriente de gas, mediante lo cual se produce una primera corriente de producto;
- 50 ii. analizar la composición de la primera corriente de producto en cuanto al contenido de NH_3 residual y/o HCN formado y/o NO formado; y
- 55 iii. ajustar la primera corriente que contiene oxígeno y/o la corriente de gas que comprende NH_3 y/o la corriente de carburante, en su caso, sobre la base del análisis de la primera corriente de producto, de manera que se produzca una primera corriente de producto que contenga a la vez NH_3 residual y NO, pero no más de 250 ppm de NH_3 y no más de 250 ppm de NO; y

60 b. una segunda etapa de incineración que comprende:

- i. hacer reaccionar la primera corriente de producto en condiciones de incineración con una segunda corriente que contiene oxígeno, con una cantidad superestequiométrica de oxígeno, mediante lo cual se produce una segunda corriente de producto.

- 65 **[0014]** El proceso es particularmente adecuado para corrientes de gas residual que contienen cantidades

significativas de NH₃ y cantidades relativamente bajas de H₂S, en su caso. También se proporciona un incinerador de NH₃ adecuado para el proceso de acuerdo con la invención.

Breve descripción de los dibujos:

5
[0015] La figura 1 es una representación simplificada del incinerador de NH₃ de la presente invención. Se muestra un incinerador de NH₃ que comprende una primera zona del reactor **100** que comprende: un quemador **110** para la incineración de NH₃; una entrada **120** al quemador **110** para una primera corriente que contiene oxígeno (**B**), provista de un primer medio de control de oxígeno **121** para ajustar la cantidad de la corriente que contiene oxígeno; 10 una entrada **130** al quemador **110** para una corriente de gas que contiene NH₃ (**A**), provista opcionalmente de un primer medio de control de NH₃ **131** para ajustar la cantidad de la corriente que contiene NH₃; opcionalmente una entrada **140** al quemador **110** para una corriente de carburante (**C**), provista opcionalmente de un primer medio de control de carburante **141** para ajustar la cantidad de la corriente de carburante; una salida **160** después de la zona de reacción **100** para una primera corriente de producto preparada en la zona de reacción **100**; un analizador **170** al final de la zona de reacción **100** capaz de analizar el contenido de NH₃ y/o HCN y/o NO en la primera corriente de producto preparada en la zona de reacción **100** y capaz de ajustar uno o más de los primeros medios de control **121**, **131** y **141**; y opcionalmente un medio de control de la temperatura **180** después de la zona de reacción **100** (por ejemplo, en forma de una unidad de enfriamiento o una caldera de recuperación para la recuperación del calor de reacción); y que comprende además una segunda zona de reacción **200** después de la zona de reacción **100** para la incineración de la primera corriente de producto preparada en la zona de reacción **100**, que comprende una entrada **230** al comienzo de la zona de reacción **200** para la primera corriente de producto preparada en la zona de reacción **100**; que comprende una entrada **220** al comienzo de la zona de reacción **200** para una segunda corriente que contiene oxígeno (**B**), provista opcionalmente de un segundo medio de control **221** para ajustar la cantidad de la segunda corriente que contiene oxígeno; que comprende opcionalmente un segundo quemador **210**; provisto de una 20 entrada **211** al segundo quemador **210** para una tercera corriente que contiene oxígeno (**B**) y una entrada **212** al segundo quemador **210** para una segunda corriente de carburante (**C**); opcionalmente una entrada **250** al comienzo de la zona de reacción **200** para una corriente residual (**D**); una salida **260** después de la zona del reactor **200** para una segunda corriente de producto preparada en la zona de reacción **200**; opcionalmente un analizador **270** al final de la zona del reactor **200** capaz de analizar el contenido de oxígeno en la segunda corriente de producto preparada 30 en la zona de reacción **200** y preferentemente capaz de ajustar el segundo medio de control **221**; y opcionalmente una caldera de recuperación **280** después de la zona del reactor **200** para la recuperación del calor de reacción.

Modos de llevar a cabo la invención:

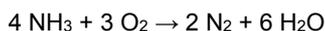
35 **[0016]** Las realizaciones preferidas se describen en este documento a continuación.

[0017] Las condiciones de incineración son conocidas. Típicamente, el NH₃ se incinera a la presión atmosférica. La reacción es exotérmica y típicamente alcanza una temperatura de aproximadamente 1.500 °C, en función de los componentes adicionales (por ejemplo, carburante añadido) de la corriente que contiene NH₃. El 40 proceso es particularmente interesante para corrientes residuales que comprenden al menos el 30 % en volumen, preferentemente al menos el 50 % en volumen de NH₃, más preferentemente al menos el 60 % en volumen de NH₃. La corriente de gas puede comprender algo de H₂S, preferentemente como máximo el 40 % en volumen de H₂S, más preferentemente como máximo el 5 % en volumen de H₂S. Las corrientes de gas que contienen más H₂S se tratan más adecuadamente en un horno de Claus. Algunas fuentes adecuadas de corrientes de gas que contienen 45 NH₃ son, por ejemplo, corrientes de un separador de aguas ácidas.

[0018] En la figura 1 se muestra una representación simplificada de un incinerador de NH₃ de la presente invención.

50 **[0019]** Para iniciar la reacción, una corriente de carburante se inflama junto con oxígeno en la zona del reactor **100** para alcanzar las condiciones de incineración deseadas. Para incinerar el NH₃ en la zona del reactor **100** se prefiere una temperatura en el intervalo de 950 a 1.700 °C, preferentemente en el intervalo de 1.200 a 1.400 °C. Por debajo de 950 °C, la combustión estable de la corriente que contiene NH₃ será difícil. Por encima de 1.700 °C, los materiales de revestimiento refractarios aplicados comúnmente que se usan para el aislamiento térmico no son 55 adecuados. Después de haber alcanzado una temperatura adecuada, se introduce una corriente que contiene NH₃. Puede mezclarse un carburante con la corriente que contiene NH₃, que correaccionará con la primera corriente que contiene oxígeno. Por ejemplo, es beneficioso añadir carburante si la corriente que contiene NH₃ contiene agua. La presencia de agua puede reducir la exotermia alcanzada en el reactor. Por consiguiente, la cantidad de carburante añadido a la corriente que contiene NH₃ será tal que la temperatura de reacción se mantenga en el intervalo de 950 60 a 1.700 °C, preferentemente en el intervalo de 1.200 a 1.400 °C. Para la realización descrita más adelante se asume que la corriente que contiene NH₃ no contiene sustancialmente agua. Por tanto, no se requiere la adición de una corriente de carburante. Idealmente, el NH₃ se incinera sin la formación de NO ni subproductos tales como HCN, de acuerdo con la reacción siguiente:

65



[0020] Idealmente, la relación ponderal entre el NH₃ y el oxígeno es de aproximadamente 2:3 (es decir, 4•17 : 3•32). Sin embargo, el contenido de NH₃ en la corriente que contiene NH₃ es típicamente inferior al 100 %, mientras que generalmente se usa el aire de la planta como la corriente que contiene oxígeno, con un contenido de oxígeno de aproximadamente el 20 % en volumen, más que oxígeno puro. Típicamente, por tanto, la relación ponderal entre la corriente que contiene NH₃ y la corriente que contiene oxígeno es de aproximadamente 1:6. Sin embargo, el contenido de NH₃ en la corriente que contiene NH₃ puede fluctuar con el tiempo, al igual que el contenido de otros componentes. Para mantener unas condiciones más o menos estacionarias, el analizador **170** ajusta el primer medio de control **121** (por ejemplo, una válvula o una serie de válvulas), el cual modifica la cantidad de oxígeno introducido en la zona de reacción **100**. En una realización alternativa, el analizador **170** ajusta el primer medio de control **131**, el cual modifica la cantidad de NH₃ introducido en la zona de reacción **100**. En otra realización alternativa, el analizador **170** ajusta el primer medio de control **141**, el cual modifica la cantidad de combustible introducido en la zona de reacción **100**. También es posible una combinación de ajustes de dos o más de los primeros medios de control. Si no hay otros componentes combustibles en la zona de reacción **100**, el oxígeno se suministra con un caudal para alcanzar un nivel del 95 al 98 % del caudal estequiométrico requerido para la incineración de todo el NH₃. Si la corriente que contiene NH₃ comprende componentes combustibles adicionales, como carburante, la cantidad de oxígeno deberá aumentarse hasta una cantidad de oxígeno en el intervalo del 50 al 99 % de la estequiometría, con respecto a los componentes combustibles que están presentes en las corrientes de gas. El uso del analizador **170** de acuerdo con la presente invención tiene la ventaja de que la cantidad de reactantes puede ajustarse, a pesar de que la interrelación es más bien complicada cuando hay múltiples componentes y, por consiguiente, múltiples reacciones que tienen lugar en condiciones de incineración cambiantes. Por ejemplo, la cantidad de oxígeno puede ajustarse aumentando la relación ponderal entre el oxígeno y la corriente que contiene NH₃. Alternativamente, el aire que se usa como corriente de oxígeno puede enriquecerse en oxígeno.

[0021] La corriente que contiene oxígeno puede introducirse a través de una o más entradas, pero es suficiente su introducción a través de una entrada. El tiempo de residencia de los reactantes en la zona de reacción **100** puede ser breve, es decir, de 1 segundo o menos, incluso de 0,2 segundos o menos.

[0022] Como analizador **170** pueden usarse diversos analizadores. Preferentemente, el analizador **170** es un diodo láser que analiza el contenido residual de NH₃ al final de la zona de reacción **100**. El análisis puede llevarse a cabo a intervalos y similares o de forma continua. Cuando se necesita un tiempo de respuesta breve, por ejemplo, debido a cambios rápidos en el contenido de las corrientes de alimentación de los reactantes, el análisis es preferentemente continuo o semicontinuo (por ejemplo, una vez cada 5 segundos o a intervalos más breves). El análisis puede llevarse a cabo en una derivación o en la zona de reacción **100**. En una derivación, las condiciones para el análisis del primer producto pueden mantenerse constantes, lo que mejora la fiabilidad. Por otro lado, el análisis en la zona de reacción **100** proporciona un tiempo de respuesta más breve a los cambios en la composición de la corriente de gas y, por tanto, mejor control de las condiciones de incineración.

[0023] De acuerdo con la presente invención, el NH₃ se incinera en una zona del reactor **100** prácticamente en su totalidad, pero no completamente. Todavía existe algo de NH₃ residual. Si la incineración se completa de tal manera que el contenido de NH₃ residual es (aproximadamente) nulo, la producción de NO ha empezado ya y se ha encontrado que la producción total de NO puede ser demasiado elevada. Si la incineración en la zona del reactor **100** no se lleva a cabo durante el tiempo suficiente, la corriente de gas tendrá un alto contenido de NH₃ que dará lugar a un alto contenido de NO cuando esta corriente de gas se quemara en la zona del reactor **200**. En otras palabras, los inventores han encontrado que, para reducir el NO en el producto final, la reacción en la primera etapa debe continuar hasta que se produzca algo de NO. En una realización preferida, la primera corriente que contiene oxígeno y/o cualquiera de las otras corrientes de alimentación de reactantes se ajustan para resultar en un contenido de NH₃ en la primera corriente de producto de menos de 100 ppm, más preferentemente de menos de 50 ppm. Pueden usarse analizadores alternativos que ajusten la primera corriente que contiene oxígeno sobre la base de otros componentes que pueden estar presentes en la primera corriente de producto, tales como HCN o NO. Por ejemplo, cuando se incinera una llama de propano/aire con un contenido de NH₃ del 4 %, lo que resulta en HCN como producto de combustión, una o más de las corrientes de alimentación de reactantes pueden ajustarse para resultar en un contenido de HCN en la primera corriente de producto de menos de 1.400 ppm, preferentemente de menos de 1.000 ppm. Igualmente, una o más de las corrientes de alimentación de reactantes pueden ajustarse para resultar en un contenido de NO en la primera corriente de producto de menos de 200 ppm, preferentemente de menos de 100 ppm.

[0024] En la segunda zona de reacción **200** se mantiene una temperatura que está preferentemente en el intervalo de 800 a 1.100 °C, más preferentemente en el intervalo de 850 a 1.000 °C. El oxígeno se suministra en una cantidad tal que asegure la incineración completa. Si la temperatura de reacción, como resultado de la incineración de los componentes combustibles en la primera corriente de producto, disminuye por debajo del límite inferior, puede ser ventajoso añadir carburante. También puede ser ventajoso enfriar la temperatura en la zona de reacción **200**, por ejemplo, añadiendo agua a cualquiera de las corrientes de alimentación. Como se describe más detalladamente posteriormente, un uso muy eficaz de la temperatura elevada de la primera corriente de producto es calentar otra corriente residual que se incinera después en la zona de reacción **200**.

[0025] El diseño del quemador de incinerador **110** en la zona de reacción **100** y del quemador de incinerador opcional **210** en la zona de reacción **200** no es particularmente relevante. Pueden usarse diversos tipos de quemadores de incinerador. Preferentemente se usa un quemador que mezcla la o las corrientes combustibles y la corriente que contiene oxígeno. El quemador puede estar equipado con un cebador. El diseño de las zonas de reacción **100** y **200** tampoco es particularmente relevante. De hecho, el incinerador de NH₃ puede tener las dos zonas de reacción como parte de un único recipiente reactor o comprender dos recipientes reactores independientes que están conectados.

[0026] La presente invención cubre también el incinerador de NH₃ usado en el proceso descrito anteriormente, que comprende una primera zona del reactor **100** que comprende: un quemador **110** para la incineración de HN₃; una entrada **120** al quemador **110** para una primera corriente que contiene oxígeno, provista de un primer medio de control de oxígeno **121** para ajustar la cantidad de la corriente que contiene oxígeno; una entrada **130** al quemador **110** para una corriente de gas que contiene NH₃, provista opcionalmente de un primer medio de control de NH₃ **131** para ajustar la cantidad de la corriente que contiene NH₃; opcionalmente una entrada **140** al quemador **110** para una corriente de carburante, provista opcionalmente de un primer medio de control de carburante **141** para ajustar la cantidad de la corriente de carburante; una salida **160** después de la zona de reacción **100** para una primera corriente de producto preparada en la zona de reacción **100**; un analizador **170** al final de la zona de reacción **100** capaz de analizar el contenido de NH₃ y/o HCN y/o NO en la primera corriente de producto preparada en la zona de reacción **100** y capaz de ajustar uno o más de los primeros medios de control **121**, **131** y **141**; y opcionalmente un medio de control de la temperatura **180** después de la zona de reacción **100** (por ejemplo, en forma de una unidad de enfriamiento o una caldera de recuperación para la recuperación del calor de reacción); y que comprende además una segunda zona de reacción **200** después de la zona de reacción **100** para la incineración de la primera corriente de producto preparada en la zona de reacción **100**, que comprende una entrada **230** al comienzo de la zona de reacción **200** para la primera corriente de producto preparada en la zona de reacción **100**; que comprende una entrada **220** al comienzo de la zona de reacción **200** para una segunda corriente que contiene oxígeno, provista opcionalmente de un segundo medio de control **221** para ajustar la cantidad de la segunda corriente que contiene oxígeno; que comprende opcionalmente un segundo quemador **210**; provisto de una entrada **211** al segundo quemador **210** para una tercera corriente que contiene oxígeno y una entrada **212** al segundo quemador **210** para una segunda corriente de carburante; opcionalmente una entrada **250** al comienzo de la zona de reacción **200** para una corriente residual; una salida **260** después de la zona del reactor **200** para una segunda corriente de producto preparada en la zona de reacción **200**; opcionalmente un analizador **270** al final de la zona del reactor **200** capaz de analizar el contenido de oxígeno en la segunda corriente de producto preparada en la zona de reacción **200** y preferentemente capaz de ajustar el segundo medio de control **221**; y opcionalmente una caldera de recuperación **280** después de la zona del reactor **200** para la recuperación del calor de reacción.

[0027] Cada una de las zonas de reacción **100** y **200**, en particular la última, puede estar equipada con una caldera de recuperación para recuperar energía.

[0028] Como se menciona anteriormente, en la segunda etapa de incineración pueden introducirse gases residuales adicionales. Los ejemplos de estos incluyen gases de cola de otros procesos, por ejemplo, el gas de cola de una unidad de Claus. Esto es particularmente beneficioso, ya que permite el aprovechamiento económico del calor de la reacción generado en la primera etapa de incineración para calentar los relativamente fríos gases residuales.

[0029] El incinerador de NH₃ de la presente invención puede comprender las dos zonas de reacción como parte de un único recipiente reactor. Alternativamente, cada zona de reacción es un recipiente de reacción independiente, en que los dos recipientes de reacción están conectados. Preferentemente, el incinerador comprende una o más calderas de recuperación para recuperar energía. Si hay gases residuales combustibles adicionales que necesitan ser tratados, el incinerador comprenderá preferentemente una entrada **250** para tales gases residuales combustibles. Finalmente, el incinerador de NH₃ puede estar provisto de un analizador de oxígeno **270** para ajustar la segunda corriente que contiene oxígeno y/o la tercera corriente que contiene oxígeno, en su caso. Este puede ser útil para ajustar la cantidad de la segunda/tercera corriente que contiene oxígeno, de manera que se asegure que en la segunda etapa de incineración haya presente al menos una cantidad estequiométrica de oxígeno, pero preferentemente una cantidad en exceso de oxígeno. Preferentemente, la cantidad total de la segunda y/o la tercera corriente que contiene oxígeno es tal que en la segunda corriente de producto se encuentra una cantidad residual de oxígeno de al menos el 0,5 % en volumen. Pueden usarse analizadores adicionales para asegurar que la segunda corriente de producto se libera a la atmósfera de forma segura.

60 Ejemplos:

[0030] El ejemplo siguiente se incluye solamente con fines ilustrativos.

[0031] Una corriente de NH₃ con un caudal de 1,95 Nm³/h se introdujo junto con una corriente de C₃H₈ con un caudal de 0,034 Nm³/h en la zona de reacción **100** de un incinerador de NH₃. También se introdujo una cantidad

subestequiométrica de una primera corriente que contenía oxígeno con un caudal de 6,9 Nm³/h. Una primera etapa de incineración tuvo lugar a una temperatura de aproximadamente 1.000 °C y a la presión ambiental. La primera corriente de producto se hizo reaccionar con una segunda corriente que contenía oxígeno. La segunda corriente que contenía oxígeno se suministró en una cantidad superestequiométrica con el resultado de que el contenido de oxígeno medido al final de la zona de reacción fue del 3 % en volumen (medido en el gas de combustión seco). La segunda etapa de incineración tuvo lugar a una temperatura de 840 °C y a la presión ambiental.

[0032] Sin un analizador y, por tanto, sin ajustar la relación de alimentación de oxígeno en la primera etapa de incineración, se obtuvo una segunda corriente de producto con un contenido de NO variable entre 0 y 270 ppm y un contenido de NH₃ variable entre 0 y 275 ppm.

[0033] Al repetir el mismo experimento, pero ahora con un diodo láser usado como analizador **170** preparado para ajustar la relación de alimentación de oxígeno sobre la base de un contenido residual de NH₃ después de la zona de reacción **100** de 100 ppm, se obtuvo una segunda corriente de producto con un contenido de NO de menos de 50 ppm y un contenido de NH₃ de 0 ppm.

[0034] Se repitieron experimentos modelo (solo la primera etapa de incineración) dos veces de manera similar a como se describe anteriormente. Primeramente, se incineró una corriente de NH₃, pero ahora con una relación de alimentación de oxígeno tal que en la primera etapa de incineración se obtuvo una primera corriente de producto con un contenido de NO de 0 ppm. En un segundo experimento se usó una relación de alimentación de oxígeno para generar una primera corriente de producto con un contenido de NH₃ de 0 ppm. El primer experimento demuestra que la formación de NO durante esta etapa puede evitarse, pero solo con el perjuicio de una insuficiente combustión de NH₃. Si esta primera corriente de producto se incinerara en una segunda etapa con cantidades superestequiométricas de oxígeno para conseguir la combustión completa del NH₃, el contenido de NO sería mayor de 50 ppm. En el segundo experimento, el contenido de NO es mayor que 50 ppm ya en la primera corriente de producto. La consecución de un bajo contenido de NO ya no es posible. Solo si la primera incineración se lleva a cabo de manera que se produzca una cantidad limitada de NO, es posible obtener los resultados deseados de la presente invención. Los resultados de estos experimentos modelo se exponen en la tabla a continuación.

	Capacidad de NH ₃ , Nm ³ /h	Capacidad de aire, Nm ³ /h	Contenido de NH ₃ , ppm	Contenido de NO, ppm
1	2,20	5,86	1.172	0
2	2,06	5,98	2	1.185

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para la incineración de NH₃ en un incinerador de NH₃ que comprende:
 - 5 a. una primera etapa de incineración que comprende:
 - i. hacer reaccionar una corriente de gas que comprende NH₃ y opcionalmente una corriente de carburante en condiciones de incineración con una primera corriente que contiene oxígeno, con una cantidad subestequiométrica de oxígeno en la primera corriente que contiene oxígeno con respecto al NH₃ en la corriente de gas, mediante lo cual

10 se produce una primera corriente de producto;
 - ii. analizar la composición de la primera corriente de producto en cuanto al contenido de NH₃ residual y/o HCN formado y/o NO formado; y
 - iii. ajustar una o más de las corrientes sobre la base del análisis de la primera corriente de producto, de manera que se produzca una primera corriente de producto que contenga a la vez NH₃ residual y NO, pero no más de 250 ppm

15 de NH₃ y no más de 250 ppm de NO; y
 - b. una segunda etapa de incineración que comprende:
 - i. hacer reaccionar la primera corriente de producto en condiciones de incineración con una segunda corriente que

20 contiene oxígeno, con una cantidad superestequiométrica de oxígeno, mediante lo cual se produce una segunda corriente de producto.
2. El proceso de la reivindicación 1, en que la corriente de gas comprende al menos el 30 % en volumen, preferentemente al menos el 50 % en volumen de NH₃, más preferentemente al menos el 60 % en volumen de NH₃.

25
3. El proceso de la reivindicación 2, en que la corriente de gas comprende como máximo el 40 % en volumen de H₂S, preferentemente como máximo el 5 % en volumen de H₂S.
4. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en que la cantidad de oxígeno está en el

30 intervalo del 50 al 99 % de la estequiometría con respecto a los componentes combustibles que están presentes en las corrientes de gas.
5. El proceso de la reivindicación 4, en que NH₃ es el único componente combustible y la cantidad de oxígeno está en el intervalo del 95 al 98 % de la estequiometría con respecto al NH₃ en la corriente de gas.

35
6. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en que la primera corriente de producto se analiza en cuanto al contenido de NH₃ residual y en que preferentemente una o más de las corrientes de reactantes, más preferentemente la primera corriente que contiene oxígeno, se ajusta de tal manera que el contenido de NH₃ residual de la primera corriente de producto es menor que 100 ppm, o la primera corriente de producto se analiza en

40 cuanto al contenido de HCN formado y en que preferentemente una o más de las corrientes de reactantes, más preferentemente la primera corriente que contiene oxígeno, se ajusta de tal manera que el contenido de HCN formado de la primera corriente de producto es menor que 1.400 ppm, o la primera corriente de producto se analiza en cuanto al contenido de NO formado y en que preferentemente una o más de las corrientes de reactantes, más preferentemente la primera corriente que contiene oxígeno, se ajusta de tal manera que el contenido de NO formado

45 de la primera corriente de producto es menor que 200 ppm.
7. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 o 6, en que una corriente de carburante se hace correaccionar con la primera corriente que contiene oxígeno y en que preferentemente la relación entre la corriente de gas carburante y la corriente que contiene NH₃ es tal que se mantiene una temperatura de reacción en

50 el intervalo de 950 a 1.700 °C.
8. El proceso de la reivindicación 7, en que la corriente de carburante comprende uno o más de entre hidrocarburos, sulfuro de hidrógeno, monóxido de carbono o hidrógeno gaseoso.
9. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en que la segunda corriente que contiene oxígeno se hace reaccionar en una cantidad tal que la cantidad de oxígeno residual en la segunda corriente de producto es de al menos el 0,5 % en volumen.

55
10. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en que un gas residual se hace

60 correaccionar con la segunda corriente que contiene oxígeno.
11. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en que se recupera el calor de reacción de la primera etapa de incineración y/o de la segunda etapa de incineración.
12. Un incinerador de NH₃ que comprende:

65

- a. una primera zona de reacción (100) que comprende: un quemador (110) para la incineración de HN_3 ; una entrada (120) al quemador (110) para una primera corriente que contiene oxígeno, provista de un primer medio de control de oxígeno (121) para ajustar la cantidad de la corriente que contiene oxígeno; una entrada (130) al quemador (110) para una corriente de gas que contiene NH_3 , provista opcionalmente de un primer medio de control de NH_3 (131) para ajustar la cantidad de la corriente que contiene NH_3 ; una entrada (140) al quemador (110) para una corriente de carburante, provista opcionalmente de un primer medio de control de carburante (141) para ajustar la cantidad de la corriente de carburante; una salida (160) después de la zona de reacción (100) para una primera corriente de producto preparada en la zona de reacción (100); un analizador (170) al final de la zona de reacción (100) capaz de analizar el contenido de NH_3 y/o HCN y/o NO en la primera corriente de producto preparada en la zona de reacción (100) y capaz de ajustar uno o más de los primeros medios de control (121), (131) y (141); y opcionalmente un medio de control de la temperatura (180) después de la zona de reacción (100); y
- b. una segunda zona de reacción (200) después de la zona de reacción (100) para la incineración de la primera corriente de producto preparada en la zona de reacción (100), que comprende: una entrada (230) al comienzo de la zona de reacción (200) para la primera corriente de producto preparada en la zona de reacción (100); una entrada (220) al comienzo de la zona de reacción (200) para una segunda corriente que contiene oxígeno, provista opcionalmente de un segundo medio de control (221) para ajustar la cantidad de la segunda corriente que contiene oxígeno; opcionalmente un segundo quemador (210); provisto de una entrada (211) al segundo quemador (210) para una tercera corriente que contiene oxígeno y una entrada (212) al segundo quemador (210) para una segunda corriente de carburante; opcionalmente una entrada (250) al comienzo de la zona de reacción (200) para una corriente residual; una salida (260) después de la zona del reactor (200) para una segunda corriente de producto preparada en la zona de reacción (200); opcionalmente un analizador (270) al final de la zona del reactor (200) capaz de analizar el contenido de oxígeno en la segunda corriente de producto preparada en la zona de reacción (200) y preferentemente capaz de ajustar el segundo medio de control (221); y opcionalmente una caldera de recuperación (280) después de la zona del reactor (200) para la recuperación del calor de reacción.
13. El incinerador de NH_3 de la reivindicación 12, en que el analizador (170) es un diodo láser.
14. En incinerador de una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 13, en que las dos zonas de reacción son parte de un único recipiente reactor.
15. El incinerador de NH_3 de una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 13, en que cada zona de reacción es un recipiente reactor independiente y en que los dos recipientes reactores están conectados.

