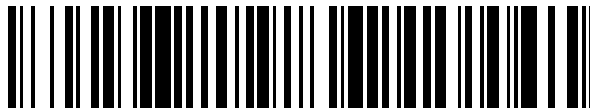


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 624 663**

51 Int. Cl.:

B01D 53/58 (2006.01)

B01D 53/86 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.02.2014 PCT/IB2014/059242**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.08.2014 WO14128682**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.02.2014 E 14716000 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.04.2017 EP 2958659**

54 Título: **Métodos de eliminación de amoniaco desde una corriente de gas de respiradero de una planta de urea**

30 Prioridad:

25.02.2013 IT MI20130268

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

17.07.2017

73 Titular/es:

**SAIPEM S.P.A. (100.0%)
Via Martiri di Cefalonia, 67
San Donato Milanese, IT**

72 Inventor/es:

**CARLESSI, LINO;
BRUNO, LORENZO y
GALATI, ROSARIO**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 624 663 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

Método de eliminación de amoníaco desde una corriente de gas de respiradero de una planta de urea

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un método para la eliminación de amoníaco desde una corriente continua de gas de respiradero de una planta de urea (es decir, producción de urea).

Más específicamente, la invención se refiere a un método para la eliminación de pequeñas cantidades de amoníaco desde una corriente continua de gas de respiradero de una sección de presión media de una planta de urea.

10

Técnica anterior

15 Como se conoce, se produce urea industrialmente utilizando procesos basados en reacción a alta temperatura, a alta presión de dióxido de carbono para formar carbamato de amonio y después de la reacción de descomposición siguiente del carbamato de amonio para formar urea y agua.

20 En una planta (de producción) de urea típica, estos procesos se realizan normalmente en una sección de síntesis que comprende un reactor de síntesis de urea; y la solución de urea y agua producida en la sección de síntesis es concentrada entonces gradualmente –siendo recuperados los reactivos no convertidos en una o más secciones de recuperación – y se solidifica en las secciones de acabado siguientes (por ejemplo, perlado, granulación,...).

25 En una configuración conocida, los reactivos, que son recirculados hasta la sección de síntesis, son recuperados en un número de secciones y, más específicamente, en una sección de alta presión, de presión media y de baja presión.

Una planta de producción de urea produce normalmente corrientes de gas que contienen reactivos no convertidos incluyendo amoníaco no reaccionado, y de esta manera producen gases de respiradero que contienen amoníaco.

30 Más específicamente, la sección de presión media ventila corrientes continuas de gas que contienen pequeñas cantidades de amoníaco e hidrógeno, así como metano y gases inertes (principalmente nitrógeno). Dependiendo del proceso utilizado en la planta de producción de urea, estas corrientes de gases pueden contener también oxígeno.

35 Las corrientes de gas se mezclan normalmente para cumplir regulaciones de seguridad y más específicamente para permanecer fuera de los límites de explosión.

El amoníaco en las corrientes de gas producidas en la planta de urea, particularmente la sección de presión media, debe eliminarse, por lo tanto, antes de liberar las corrientes de gas a la atmósfera.

40 Un sistema muy comúnmente utilizado para prevenir la emisión de amoníaco a la atmósfera emplea una antorcha a la que son alimentados continuamente los gases (amoníaco, metano, oxígeno, hidrógeno e inertes) que proceden de la sección de presión media (una planta de urea, en general). Los gases son alimentados al extremo de la antorcha, donde una llama alimentada con gas (por ejemplo gas metano) que la el amoníaco de manera incontrolada.

45 La solicitud de patente WO2012134288 describe un sistema basado en el uso de un incinerador, en el que se quema una corriente de gas, rico en amoníaco e hidrógeno y que procede de un proceso de producción de urea, que no requiere oxígeno de pasivación, produciendo una pequeña cantidad de NO_x ; y el contenido de amoníaco es retirado adicionalmente, si es necesario, utilizando procesos de reducción catalítica selectiva (SCR) o de reducción no-catalítica selectiva (SNCR).

50 El documento EP 2 505 581 describe un método para la eliminación de amoníaco de un gas de respiradero de una planta de producción de urea, siendo sometido el gas de respiradero a combustión.

Los sistemas conocidos tienen varios inconvenientes y en particular:

- 55
- la formación de grandes cantidades de óxido nítrico (NO_x), en el caso de la combustión incontrolada de amoníaco con el riesgo de emitir NO_x a la atmósfera;
 - coste relativamente alto, debido al suministro continuo de combustible (por ejemplo, metano) necesario para mantener encendida la antorcha y al catalizador SCR para eliminar óxidos nítricos producidos;
 - la complejidad del proceso en conjunto, funcionamiento sin oxígeno de pasivación y con la necesidad de un incinerador.
- 60

Descripción de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método para eliminar amoníaco de una corriente continua de gas de respiradero de una planta de urea, en particular de una sección de presión media de una planta de urea y que proporciona la reducción, con preferencia la eliminación de emisiones de amoníaco desde una planta de producción de urea de una manera relativamente económica y sencilla.

5

Por lo tanto, la presente invención se refiere a un método como se define en la reivindicación 1.

Características preferidas adicionales de la invención se indican en las reivindicaciones dependientes 2 a 10.

10 La invención es particularmente ventajosa para eliminar amoníaco de corrientes continuas de gas de respiradero que contienen oxígeno desde una planta de producción de urea, como en el caso de procesos de producción de urea que emplean oxígeno de pasivación, es decir, procesos en los que se añade oxígeno al suministro del reactor de síntesis para pasivar superficies metálicas (típicamente, acero inoxidable).

15 Principalmente debido a la formación intermedia de carbamato de amonio, la reacción de dióxido de carbono – amoníaco, en hecho produce condiciones altamente corrosivas capaces de corroer incluso acero inoxidable normalmente utilizado en estas aplicaciones. La adición de pequeñas cantidades de oxígeno proporciona pasivación y de esta manera se previene la corrosión de superficies de acero inoxidable.

20 Ejemplos de plantas de producción de urea que emplean oxígeno se pueden encontrar en los documentos WO2010/006757 y WO2008/141832.

25 En procesos de este tipo, las corrientes de gas de respiradero para tratamiento (que son pre-mezcladas normalmente para permanecer por debajo de los límites de explosión) contienen, por lo tanto, sustancialmente: amoníaco, hidrógeno, metano, inertes (principalmente nitrógeno) e incluso un porcentaje significativo de oxígeno (aunque todavía por debajo de los límites de explosión).

30 La corriente de gas de respiradero desde una planta de urea (en particular, la sección de presión media) tiene típicamente la siguiente composición (porcentajes en volumen, 1200 Nm³/h a 50°C, 0.1 MPa(g)) :

30

NH ₃	1,3%
H ₂	12,0%
N ₂	59,7%
O ₂	14,8%
Ar	1,8%
CH ₄	10,4%

35

De acuerdo con la invención, el oxígeno de pasivación ya presente en la planta de urea es explotado para eliminar amoníaco.

40

45 En otras palabras, de acuerdo con la invención, el amoníaco se elimina de las corrientes continuas de gas de respiradero desde la planta de producción de urea por medio de un proceso de combustión controlado realizado en al menos una primera etapa de combustión pobre, es decir, pobre en oxígeno), en la que se utiliza una cantidad subestequiométrica (es decir, menor que estequiométrica) del oxígeno en la corriente de gas que contiene amoníaco para eliminación como el único carburante (soporte de la combustión), y en la presencia de hidrógeno (es decir, en una atmósfera reductora). El hidrógeno (que actúa como combustible) está también ya presente en la corriente de gas a tratar y sirve para eliminar los pocos óxidos nítricos (NO_x) que se pueden formar.

45

50 El amoníaco es eliminado de manera ventajosa en al menos dos etapas de combustión con preferencia (aunque no necesariamente) realizadas en un entorno de combustión.

50

Por lo tanto, la reacción de combustión se realiza de manera controlada en dos fases o etapas:

- 55 - una primera etapa de combustión (pobre), pobre en oxígeno, realizada en presencia de una cantidad subestequiométrica (es decir, menor que estequiométrica) de oxígeno y en una atmósfera reductora que contiene hidrógeno (atmósfera reductora de hidrógeno); en esta primera etapa, se utiliza una cantidad subestequiométrica de oxígeno en la corriente de gas para tratamiento como el único carburante (soporte de la combustión); y el hidrógeno (que actúa como combustible está ya también presente en la corriente de gas para tratamiento, y sirve para eliminar los pocos óxidos nítricos (NO_x) que se pueden formar;
- 60 - una segunda etapa realizada en presencia de una cantidad estequiométrica o mayor de oxígeno, para quemar todos los gases remanentes (en particular, metano e hidrógeno); esta segunda etapa se realiza con la adición de aire u oxígeno secundario para completar la combustión de gases no quemados (principalmente hidrógeno y metano) en los gases de la primera etapa.

La combustión de acuerdo con la invención se definen como controladas porque dividiendo la combustión en etapas como se ha descrito anteriormente se controla la formación y eliminación de óxidos nítricos (NO_x), por medio de combustión subestequiométrica y la presencia de hidrógeno, respectivamente, y de esta manera se reduce la emisión de óxido nítrico a la atmósfera.

5 Las reacciones que ocurren durante la combustión son las siguientes:

- 10 (1) $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ (favorecido)
 (2) $2\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O}$ (no favorecido)
 (3) $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ (no favorecido)
 (4) $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ (no favorecido)
 (5) $\text{NO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (favorecido)
 (6) $2\text{NO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (favorecido)

15 La combustión controlada de acuerdo con la invención no necesita realmente dos cámaras de combustión. Las dos etapas se pueden realizar en un entorno de combustión, o en cámaras de combustión separadas.

La invención se puede implementar de varias maneras. Por ejemplo:

- 20 (A) combustión no-catalítica controlada en un quemador, en dos secciones, con oxígeno subestequiométrico y posiblemente inyección de vapor en la primera sección, y oxígeno estequiométrico o sobreestequiométrico en la segunda sección;
 (B) combustión catalítica controlada en dos secciones, con oxígeno subestequiométrico en la primera sección, y oxígeno estequiométrico o sobreestequiométrico en la segunda sección;
 25 (C) combustión catalítica controlada con oxígeno subestequiométrico en una sección.

Más específicamente, en una primera forma de realización (A), las dos etapas de la combustión se realizan por medio de oxidaciones catalíticas respectivas sin llama, y utilizando catalizadores respectivos apropiados. Para iniciar las reacciones catalíticas, sólo se requiere una pequeña cantidad de calor, suministrado por ejemplo por una resistencia térmica (sin necesidad de llama) al comienzo del proceso (para alcanzar una temperatura de activación predeterminada de aproximadamente 150°C). Durante la operación constante normal, por otra parte, no se necesita más calor o combustible adicional (como se ha indicado, el combustible necesario está presente ya en la corriente de gas para tratamiento); y sólo se suministra aire secundario en la segunda etapa, para sostener la reacción del segundo catalizador.

La primera etapa emplea catalizadores (uno o más) que favorecen la oxidación catalítica subestequiométrica de amoníaco en una atmósfera reductora y favorecen la reacción (1) por encima de los otros, particularmente aquéllos que forman óxidos nítricos, a temperaturas que varían fuertemente entre 150°C y 400°C.

Ejemplos de catalizadores específicos de oxidación de amoníaco son los de la clase 'SCO de amoníaco' (Oxidación Catalítica Selectiva de amoníaco) usada para oxidación catalítica selectiva de amoníaco, y que son útiles en este caso, a la vista de que las corrientes continuas de gas ya tratadas contienen el oxígeno necesario para quemar el amoníaco, y las reacciones catalíticas (5) y (6) anteriores son muy preferidas por el hidrógeno ya presente en las corrientes de gases, y que reduce la formación de óxidos nítricos (NO_x) y elimina los pocos óxidos formados.

Una vez que el amoníaco ha sido eliminado, se pueden eliminar metano e hidrógeno con una segunda oxidación catalítica. Debido a que el amoníaco ha sido eliminado por las reacciones de oxidación catalítica anteriores de amoníaco e hidrógeno, se limita la formación de óxido nítrico en la segunda oxidación. La combustión catalítica de metano actúa a una temperatura de aproximadamente 500°C a 600-700°C (el calor necesario para iniciar la combustión catalítica de metano es generado por la reacción de oxidación previa y por oxidación catalítica de hidrógeno).

Antes de que los gases, limpiados de amoníaco, metano e hidrógeno, sean liberados a la atmósfera, parte del calor producido en los dos lechos catalíticos puede recuperarse para producir vapor o para precalentar aire para suministro a la unidad de acabado (por ejemplo, unidad de granulación o de perlado, donde la urea producida se forma en granulos o nódulos) de la planta de producción de urea.

Una segunda forma de realización (B) emplea un quemador premezclado para combustión controlada en dos fases o etapas:

- una primera fase o etapa, en la que se realiza combustión pobre en presencia de oxígeno e hidrógeno ya presentes en la corriente de gas para tratamiento;
- una segunda fase o etapa, en la que se inyecta aire secundario.

La combustión pobre favorece la reacción (1) e impide las reacciones (2) y (3) anteriores (es decir, que favorece la oxidación de amoníaco en nitrógeno, e impide y reduce fuertemente la formación de óxidos nítricos).

5 El amoníaco se oxida en la primera etapa, que emplea el oxígeno ya presente en las corrientes continuas de gas de la planta de producción de urea, permitiendo de esta manera la combustión pobre (es decir, en presencia de oxígeno subestequiométrico, a diferencia del sistema de antorcha convencional, en el que la combustión se realiza en un exceso de oxígeno).

10 En la primera etapa, es principalmente la presencia de hidrógeno la que favorece la destrucción-eliminación de cualquier óxido nítrico formado, favoreciendo de esta manera las reacciones (5) y (6) anteriores.

15 La combustión subestequiométrica permite una reducción de la temperatura de la llama con respecto a la combustión sobreestequiométrica (como en una antorcha), reduciendo de este modo adicionalmente la formación de NO_x.

Para reducir adicionalmente la formación de óxidos nítricos, se puede inyectar vapor en la primera etapa de oxidación. La inyección de vapor reduce adicionalmente la temperatura de la llama, para impedir la formación de óxidos nítricos.

20 La combustión de metano e hidrógeno se completa en la segunda etapa, en la que se suministra aire secundario u oxígeno.

25 Parte del calor generado en la combustión puede ser recuperado en una caldera para producir vapor. Una vez que el calor ha sido recuperado, los gases limpios se pueden liberar a la atmósfera.

30 En oposición a la recuperación de calor en una caldera, todo el calor generado en el quemador premezclado por combustión-oxidación se puede recuperar para calentar el aire de atomización para la unidad de granulación, o el aire de fluidización para uso en los lechos fluidos de la unidad de perlado de la planta de urea (normalmente, a una temperatura de aproximadamente 135°C), reduciendo de esta manera el coste eliminando la necesidad de un precalentador especial de aire de vapor.

35 En una tercera forma de realización (C), particularmente adecuada para 'remodelar' plantas existentes equipadas con antorcha, la corriente de gas de respiradero para tratamiento, en oposición a ser alimentado a la antorcha, es desviado hasta una unidad integrada que comprende un intercambiador de calor, por ejemplo intercambiador del tipo de placas, y un cartucho catalítico que contiene el catalizador de la primera etapa (por ejemplo 'SCO de amoníaco'). Como se ha indicado, el catalizador se ocupa de la eliminación sólo de amoníaco por combustión subestequiométrica en una atmósfera reductora, y de impedir la formación de óxidos nítricos.

40 Esta forma de realización no incluye el suministro de aire secundario y, por lo tanto, la segunda etapa de combustión-oxidación en la que el oxígeno contenido en las corrientes continuas de gas desde la planta de urea es suficiente para oxidar completamente el amoníaco en la primera (y sólo) etapa.

45 Esta solución es extremadamente económica y compacta, y no en último término porque no requiere líneas de aire y quipo de combustión secundaria adicional (por ejemplo, calderas y ventiladores) y, por lo tanto, es particularmente adecuada para 'remodelar' plantas existentes, en la que la antorcha existente es sustituida por una nueva unidad integrada.

Breve descripción de los dibujos

50 Se describirán un número de formas de realización no limitativas de la presente invención a modo de ejemplo con referencia a los dibujos que se adjuntas, en los que:

55 La figura 1 muestra un diagrama de bloques simplificado muy esquemático de una planta de producción de urea equipada con un sistema de eliminación de amoníaco de acuerdo con la invención.

La figura 2 muestra una vista esquemática de una primera forma de realización del sistema de eliminación de amoníaco de acuerdo con la invención.

60 La figura 3 muestra una vista esquemática de una segunda forma de realización del sistema de eliminación de amoníaco de acuerdo con la invención.

La figura 4 muestra una vista esquemática a escala ampliada de un detalle del sistema de eliminación de amoníaco de la figura 3.

La figura 5 muestra una vista esquemática de una variación de la forma de realización de la figura 3.

La figura 6 muestra una vista esquemática de una tercera forma de realización del sistema de eliminación de amoníaco de acuerdo con la invención.

5

Mejor modo de realización de la invención

La figura 1 muestra un diagrama de bloques simplificado, muy esquemático de una planta (de producción) de urea 1.

10 La planta de urea 1, por ejemplo, es del tipo descrito en los documentos WO2010/00675 y WO2008/141832.

15 Una planta de urea 1 comprende sustancialmente: una sección de síntesis 2 con un reactor de síntesis de urea 3 en el que tiene lugar la reacción de síntesis de urea a partir de amoníaco y dióxido de carbono: secciones de recuperación 4 – más específicamente, una sección de alta presión 5, sección de presión media 6, y sección de baja presión 7 – donde la solución de urea de la sección de síntesis 2 se concentra gradualmente, se eliminan amoníaco y dióxido de carbono no reaccionados, y se recirculan los componentes recuperados; y secciones de acabado 6 que comprenden al menos una unidad de acabado, por ejemplo una unidad de granulación o unidad de perlado, donde la urea producida se forma de gránulos y nódulos.

20 Para mayor simplicidad, las partes componentes de cada sección y las líneas que suministran y recirculan las varias corrientes de gas desde una sección a otra no se muestran en detalle en la figura 1, que simplemente muestra esquemáticamente las líneas de alimentación de reactivos hasta la planta de urea 1, y las conexiones operativas entre las secciones.

25 La planta de urea 1 está equipada con un sistema de eliminación de amoníaco 10 para procesar corrientes de gas de respiradero que contienen amoníaco producidas en la planta de urea 1.

30 El sistema 10 está conectado a la planta de urea 1, por ejemplo a la sección de presión media 6 (u opcionalmente a otras secciones), para tomar una corriente continua de gas de respiradero.

Una corriente continua de gas de respiradero típica desde la sección de presión media 6 de la planta de urea 1 contiene amoníaco, hidrógeno, metano e inertes (principalmente nitrógeno).

35 Si, ventajosamente para la presente invención, la planta de urea 1 implementa un proceso que emplea oxígeno de pasivación suministrado a la planta de urea 1 por una línea de alimentación de aire o de oxígeno, las corrientes de gas de respiradero contienen también oxígeno.

40 La corriente de gas de respiradero alimentada al sistema 10 de tal composición – posiblemente ajustada mezclando las varias corrientes componentes – que está fuera de los límites de explosión.

45 En la forma de realización (A) de la figura 2, el sistema 10 comprende: una unidad de tratamiento 12 que tiene una primera y una segunda sección de oxidación 13, 14; una línea de entrada 15 que conecta la unidad de tratamiento 12 a la planta de urea 1 (más específicamente, a la sección de presión media 6) y suministra a la unidad de tratamiento 12 una corriente de gas para tratamiento; una línea de salida 16 para ventilación, por ejemplo a la atmósfera, del gas tratado por la unidad de tratamiento 12; un circuito de aire secundario 17 para alimentar aire a la unidad de tratamiento 12; y una unidad de recuperación de calor 18 para recuperar calor desde la unidad de tratamiento 12.

50 La unidad de tratamiento 12 comprende una cámara de reacción 20 (definida por una o por dos cámaras conectadas), donde se realiza la combustión controlada de la corriente de gas para tratamiento. La unidad de tratamiento 12 está configurada para realizar una combustión catalítica controlada del amoníaco contenido en la corriente de gas para tratamiento. La combustión controlada se realiza en dos etapas, con oxígeno subestequiométrico en la primera sección 13, y oxígeno estequiométrico o sobreestequiométrico en la segunda sección 14.

55 Más específicamente, las secciones 13, 14 tienen lechos catalíticos 21, 11 respectivos dispuestos en serie con respecto a la corriente de gas que circula en la cámara de reacción 20.

60 Generalmente, la corriente de gas fluye a la cámara de reacción 20 desde una entrada central, es alimentada por un tubo de alimentación 23 hasta un extremo de la cámara de reacción 20, más allá de la primera sección de oxidación 13 y su lecho catalítico 21, y entonces fluye sucesivamente a través de la primera sección de oxidación 13 y la segunda sección de oxidación 14 (y los lechos catalíticos 21, 22 respectivos).

Como se muestra a modo de ejemplo en la figura 2, las secciones de oxidación 13, 14 y los lechos catalíticos 21, 22

respectivos están dispuestos unos sobre los otros dentro de una cámara de reacción 20 sustancialmente vertical. No obstante, se entiende que las secciones 13, 14 y los lechos catalíticos 21, 22 reactivos se pueden disponer de manera diferente, por ejemplo lado a lado horizontalmente en una cámara de reacción 20 sustancialmente horizontal. La corriente de gas para tratamiento es alimentada por el tubo de alimentación 23 hasta el fondo (o en cualquier proporción hasta un extremo) de la cámara de reacción 20, y entonces fluye primero a través de la primera sección de oxidación 13 y luego a través de la segunda sección de oxidación 14 (y lechos catalíticos 21, 22) respectivos.

La corriente de gas para tratamiento está precalentada por los gases desde la segunda sección de oxidación 14 en un intercambiador de calor 25 localizado más allá de la segunda sección de oxidación 14 (por encima de la segunda sección de oxidación 14 en el ejemplo de la figura 2 con una cámara de reacción vertical 20).

Los lechos catalíticos 21, 22 comprenden catalizadores respectivos apropiados para activar las dos etapas de la combustión, es decir, oxidaciones catalíticas sin llama respectivas. Para alcanzar la temperatura de activación de aproximadamente 150°C e iniciar las reacciones catalíticas, se suministra calor sólo al comienzo, por medio de un dispositivo de iniciación o de precalentamiento (sin necesidad de llama), tal como una resistencia eléctrica (no mostrada). Una vez iniciadas, las reacciones de auto-mantienen, recuperando calor de los gases quemados.

No es necesario añadir combustible exterior, puesto que el combustible usado está presente en la corriente de gas para tratamiento.

En la primera sección de oxidación 13 existen catalizadores (uno o más) que promocionan la oxidación catalítica subestequiométrica de amoníaco en una atmósfera reductora y posiblemente también la oxidación de parte del hidrógeno.

Se alimenta aire secundario a la segunda sección 14 por el circuito de aire secundario 17. El aire secundario es precalentado por los gases que proceden desde la segunda sección de oxidación 14 hasta un intercambiador de calor 26 en la salida de la segunda sección de oxidación 14, y se alimenta más allá (por debajo, en el caso de una cámara de reacción vertical 20) del lecho catalítico 22 de la segunda sección de oxidación 14 por un tubo de aire 27 a través del lecho catalítico 22.

La oxidación catalítica para eliminar metano e hidrógeno tiene lugar en la segunda sección de oxidación 14.

El circuito de recuperación de calor 18 sirve para recuperar calor de los gases libres de amoníaco, metano e hidrógeno producidos por lechos catalíticos 21, 22 antes de que los gases sean liberados a la atmósfera por la línea de salida 16. El circuito de recuperación de calor 18 comprende, por ejemplo, un intercambiador de calor 28 en serie con los lechos catalíticos 21, 22 para extraer calor de los gases de los lechos y producir vapor en una caldera 29.

El calor de los gases de las secciones de oxidación 13, 14 se puede utilizar también para secciones de acabado 8 y en particular para la unidad de granulación o unidad de perlado de la planta de urea 1.

Por ejemplo, los gases de las secciones de oxidación 13, 14 y, más específicamente, de la segunda sección de oxidación 14 (los gases libres de amoníaco, metano e hidrógeno de los lechos catalíticos 21, 22), se pueden diluir (es decir, mezclar directamente, sin pasar a través de un intercambiador de calor) con aire para uso como aire de atomización en la unidad de granulación, o como aire de fluidización en la unidad de perlado de la planta de urea 1, con la finalidad de elevar la temperatura del aire.

En la forma de realización (B) de la figura 3, en la que los detalles similares o idénticos a los ya descritos se indican utilizando los mismos números de referencia, el sistema de eliminación 10 comprende: una unidad de tratamiento 12 con una cámara de reacción 20; una línea de entrada 15 que conecta la unidad de tratamiento 12 a la planta de urea 1 (más específicamente a la sección de presión media 6) y suministra a la unidad de tratamiento 12 la corriente de gas para tratamiento; una línea de salida 16 para ventilación, por ejemplo a la atmósfera, del gas tratado por la unidad de tratamiento 12; un circuito de aire secundario 17 para alimentar aire a la unidad de tratamiento 12; y un circuito de recuperación de calor 18 para recuperar calor desde la unidad de tratamiento 12.

También en esta forma de realización, la unidad de tratamiento 12 comprende una cámara de reacción 20, en la que se realiza la combustión controlada de la corriente de gas para tratamiento, pero en este caso la unidad de tratamiento 12 está configurada para combustión no catalítica.

Más específicamente, y con referencia también a la figura 4, la unidad de tratamiento 12 comprende un quemador 31 premezclado localizado, por ejemplo, en extremo (inferior) de la cámara de reacción 20, y configurado para realizar combustión controlada en dos etapas en fases 32, 33 respectivas del quemador 31:

- una primera etapa de combustión pobre (primera fase 32) en presencia de hidrógeno y oxígeno

- subestequiométrico ya presente en la corriente de gas para tratamiento;
- una segunda etapa (segunda fase 33), en la que se inyecta aire secundario por el circuito de aire secundario 17, de manera que la combustión tiene lugar en presencia de una cantidad estequiométrica o sobreestequiométrica de oxígeno.

5 La línea de entrada 15 alimenta la corriente de gas de respiradero para tratamiento para la primera fase 32 del quemador 31, y el circuito de aire secundario 17 alimenta aire secundario a la segunda fase 33 del quemador 31, en la que se completa la combustión de metano e hidrógeno.

10 El vapor se puede inyectar también opcionalmente en la primera fase 32 por una línea de vapor 34.

También en esta forma de realización el circuito de recuperación de calor 18 recupera calor desde los gases quemados en la cámara de reacción 20, antes de que sean liberados a la atmósfera por la línea de salida 16. El circuito de recuperación de calor 18 comprende, por ejemplo, un intercambiador de calor 28 alojado dentro de la cámara de reacción 20 para extraer calor desde los gases quemados por el quemador 31, y producir vapor en una caldera 29 y/o precalentar aire para secciones de acabado 8 y, en particular, para la unidad de granulación o unidad de perlado de la planta de urea 1.

20 Alternativamente, el calor de los gases quemados en la cámara de reacción 20 se pueden recuperar directamente, sin pasar a través de un intercambiador de calor, para precalentar aire para las secciones de acabado 8 y, en particular, para la unidad de granulación o unidad de perlado de la planta de urea 1.

25 Por ejemplo, como se muestra en la figura 5, los gases quemados desde el quemador 31 son diluidos (es decir, mezclados directamente, sin pasar a través de un intercambiador de calor) con aire para uso como aire de atomización en la unidad de granulación, o como aire de fluidización en la unidad de perlado de la planta de urea 1, con la finalidad de elevar la temperatura del aire. Por lo tanto, la línea de salida 16 conecta a una línea de alimentación de aire de la unidad de granulación o unidad de perlado.

30 En la forma de realización (C) de la figura 6, en la que los detalles similares o idénticos a los ya descritos se indican utilizando los mismos números de referencia, el sistema de eliminación 10 comprende: una unidad de tratamiento 12 con una cámara de reacción 20; una línea de entrada 15 que conecta la unidad de tratamiento 12 a la planta de urea 1 (más específicamente, a la sección de presión media 6) y suministra a la unidad de tratamiento 12 la corriente de gas para tratamiento; y una línea de salida 16 para ventilación, por ejemplo a la atmósfera, del gas tratado por la unidad de tratamiento 12.

35 La unidad de tratamiento 12 comprende una cámara de reacción 12, en la que se realiza la combustión controlada de la corriente de gas para tratamiento. La unidad de tratamiento 12 está configurada para realizar combustión catalítica de amoníaco en la corriente de gas para tratamiento, con una cantidad subestequiométrica de oxígeno.

40 En otras palabras, esta forma de realización sólo lleva a cabo la primera etapa en el proceso descrito con referencia a la primera forma de realización en la figura 2.

45 El sistema 10 comprende una unidad 35 integrada que comprende un intercambiador de calor 36, por ejemplo un intercambiador de placas, y un cartucho catalítico 37 que contiene el catalizador (por ejemplo, catalizador 'SCO de amoníaco') para la primera etapa descrita anteriormente. El catalizador elimina amoníaco y posiblemente también parte del hidrógeno (para promocionar las reacciones (1), (5) y (6) indicadas anteriormente, e impedir las otras) por combustión subestequiométrica en una atmósfera reductora, e impide la formación de óxidos nítricos.

50 La corriente de gas para tratamiento fluye a lo largo de la línea de entrada 15 en la unidad 35 y a través del intercambiador de calor 36 hasta el cartucho catalítico 37 en la cámara de reacción 20, donde tiene lugar la combustión controlada como se ha descrito anteriormente. El gas reaccionado caliente del cartucho catalítico 37 fluye a través del intercambiador de calor 36 para pre-calentar la corriente de gas para tratamiento.

55 Esta forma de realización no incluye suministro de aire secundario y, por lo tanto, la segunda etapa de oxidación de combustión descrita anteriormente. El oxígeno en la corriente de gas tratada es suficiente para oxidar completamente el amoníaco.

60 Claramente, se pueden realizar otros cambios al método y sistema descritos anteriormente sin apartarse, sin embargo, del alcance de las reivindicaciones que se acompañan.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un método para la eliminación de amoníaco de una corriente contiene de gas de respiradero de una planta de urea (1), en particular de una sección de presión media (6) de una planta de urea, comprendiendo el método una etapa de eliminación de amoníaco desde la corriente continua de gas de respiradero de la planta de urea (1) por medio de un proceso de combustión controlado, que comprende al menos una primera etapa de combustión pobre, pobre de oxígeno, en presencia de una cantidad subestequiométrica de oxígeno que actúa como el único carburante, y en una atmósfera reductora que contiene hidrógeno para favorecer la oxidación de amoníaco en nitrógeno e impedir o reducir fuertemente la formación de óxidos nítricos, y en la que se oxida amoníaco, en al que la corriente continua de gas de respiradero para tratamiento contiene oxígeno de pasivación, y el oxígeno de pasivación utilizado en la planta de urea (1) y ya presente en la corriente continua de gas de respiradero para tratamiento es aprovechado para eliminar amoníaco en dicha primera etapa de combustión.
- 10
- 15 2.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, además de dicha primera etapa de combustión pobre, el proceso de combustión controlada comprende una segunda etapa de combustión realizada en presencia de una cantidad estequiométrica o incluso mayor de oxígeno, para quemar los gases remanentes de la primera etapa de combustión, y en particular metano e hidrógeno.
- 20 3.- Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicha segunda etapa de combustión se realiza con la adición de aire secundario u oxígeno para completar la combustión de los gases no quemados en los gases de la primera etapa de combustión.
- 25 4.- Un método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha primera etapa de combustión comprende oxidación catalítica subestequiométrica de oxígeno.
- 30 5.- Un método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el proceso de combustión controlada comprende dos etapas de oxidación catalítica realizadas en secciones de oxidación (13, 14) respectivas, con oxígeno subestequiométrico en la primera sección de oxidación (13), y oxígeno estequiométrico o sobre-estequiométrico en la segunda sección de oxidación (14).
- 35 6.- Un método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el proceso de combustión controlada comprende combustión no catalítica en un quemador (31), realizada en una primera etapa (32) con oxígeno subestequiométrico y posiblemente inyección de vapor, y en una segunda etapa (33) con oxígeno estequiométrico o sobre-estequiométrico.
- 40 7.- Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el proceso de combustión controlada se realiza por medio de un quemador (31) premezclado de dos fases.
- 45 8.- Un método de acuerdo con la reivindicación 6 ó 7, en el que la primera etapa de combustión pobre se realiza en la primera etapa (32) en presencia de hidrógeno y oxígeno subestequiométrico ya presente en la corriente de gas para tratamiento y, en la segunda etapa (33), se inyecta aire secundario u oxígeno para completar la combustión de metano e hidrógeno.
- 50 9.- Un método de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 8, en el que se inyecta vapor en la primera etapa (32).
- 10.- Un método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, y que comprende una etapa de recuperación de calor desde los gases lavados de amoníaco, metano e hidrógeno, antes de que se liberan a la atmósfera, para producir vapor y/o pre-calentar aire para suministro a una unidad de acabado, en particular una unidad de granulación o perlado, de la planta de urea.

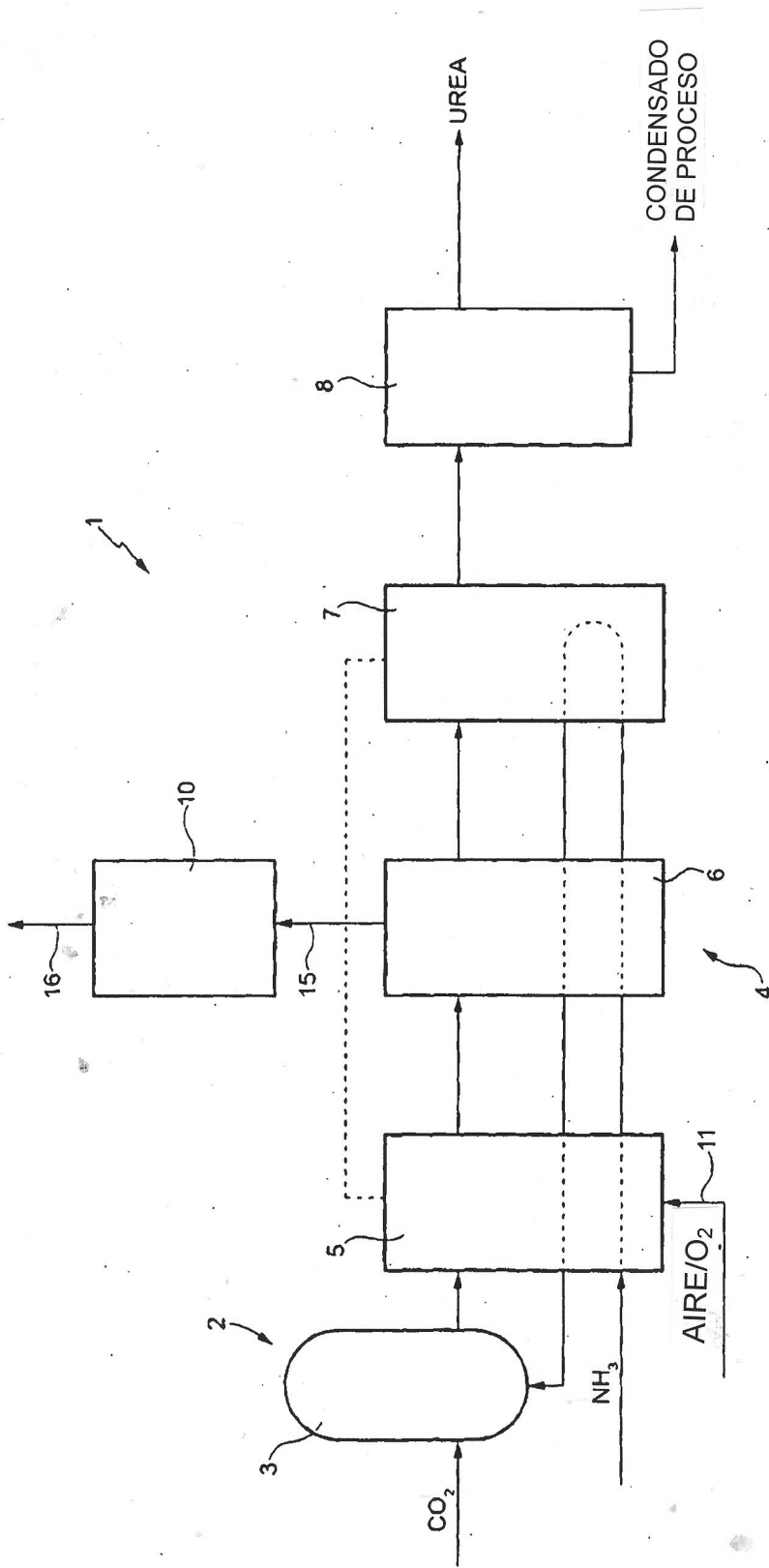


FIG. 1

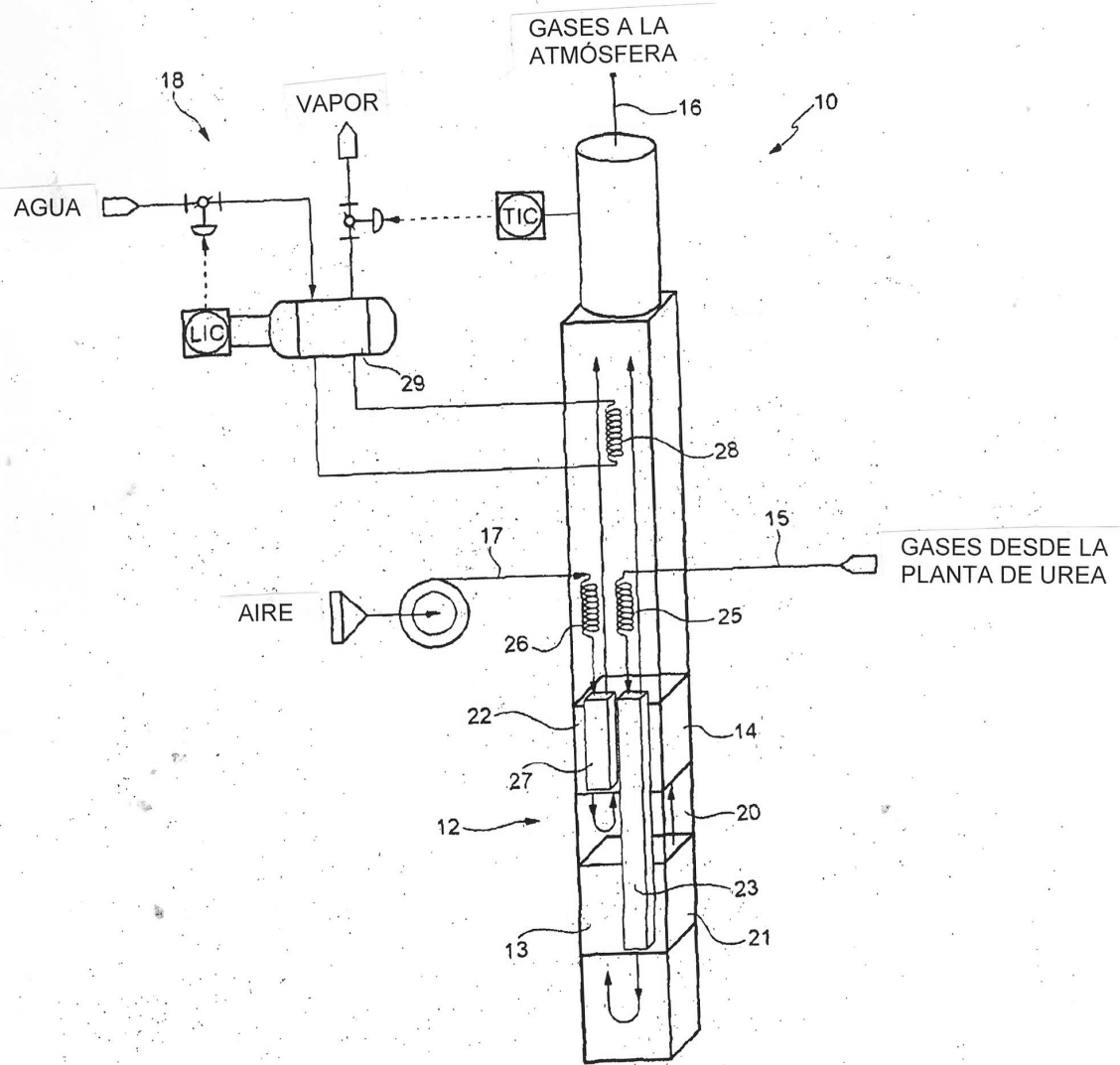


FIG. 2

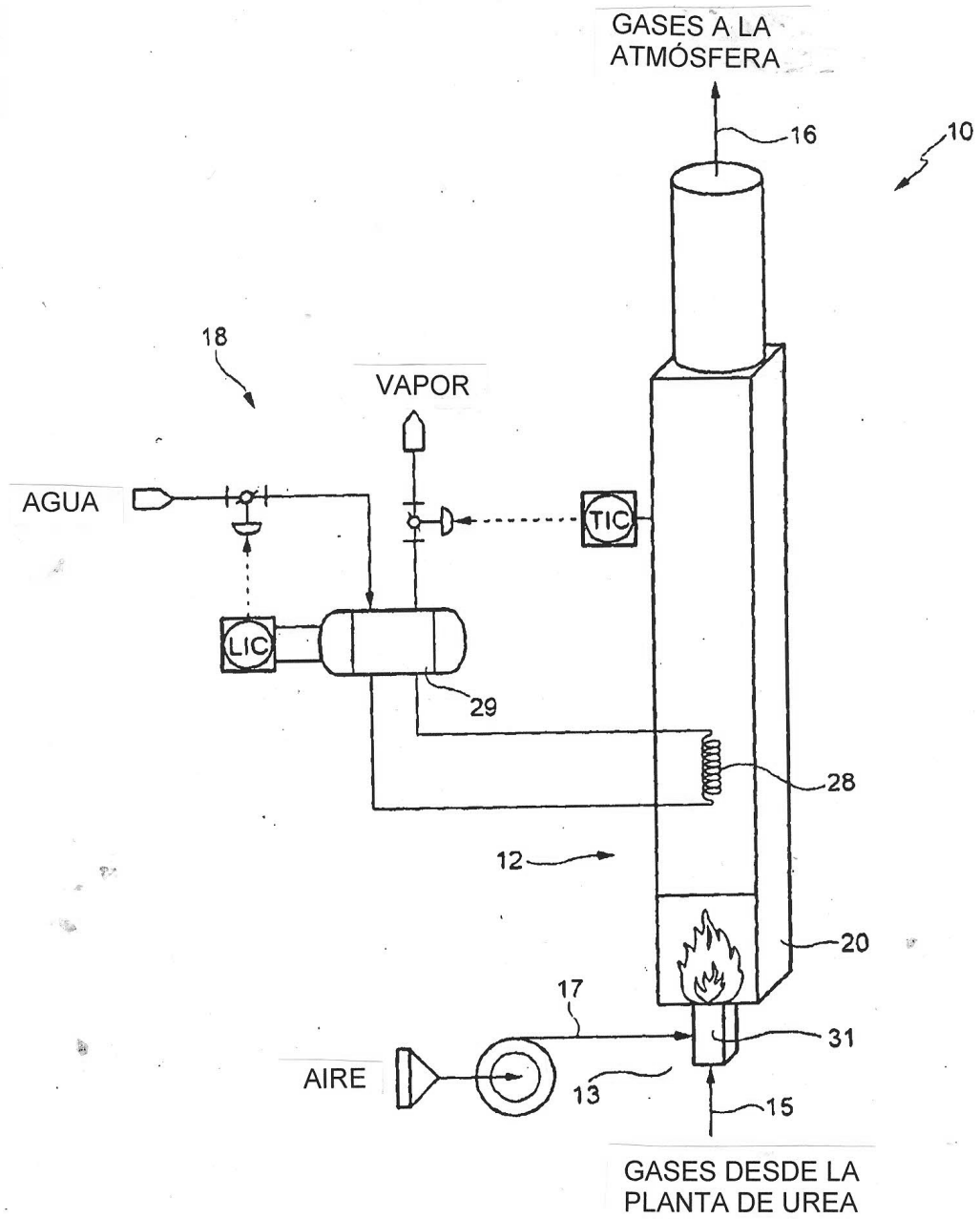


FIG. 3

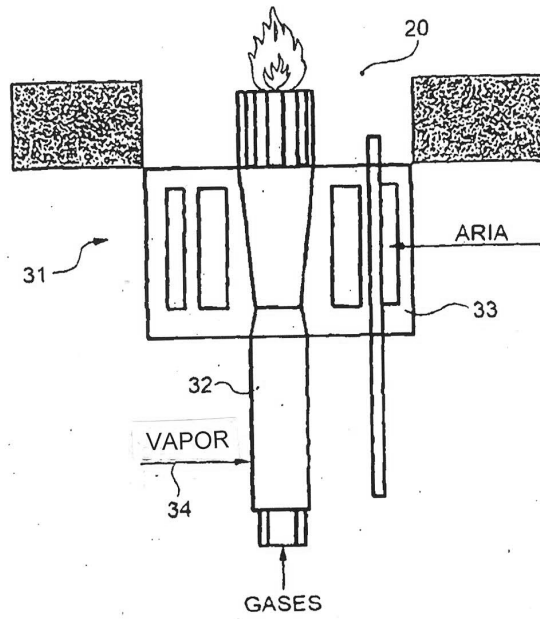


FIG. 4

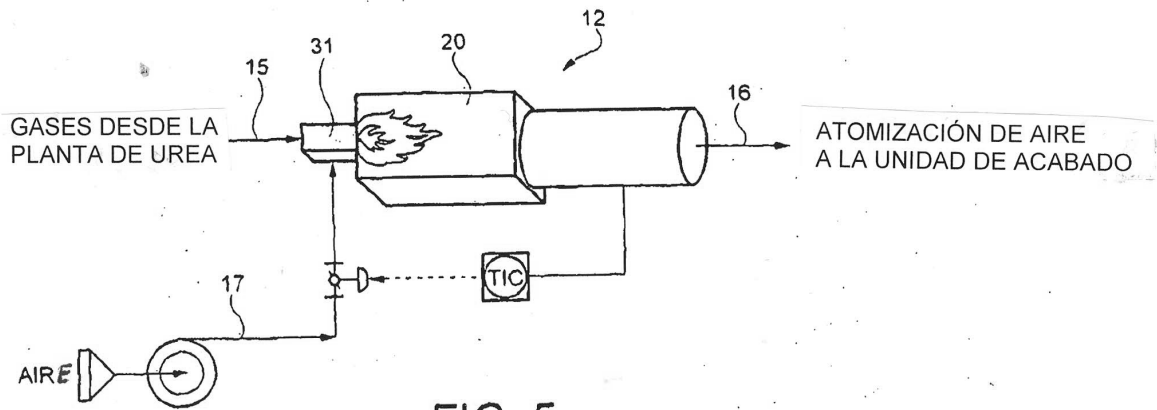


FIG. 5

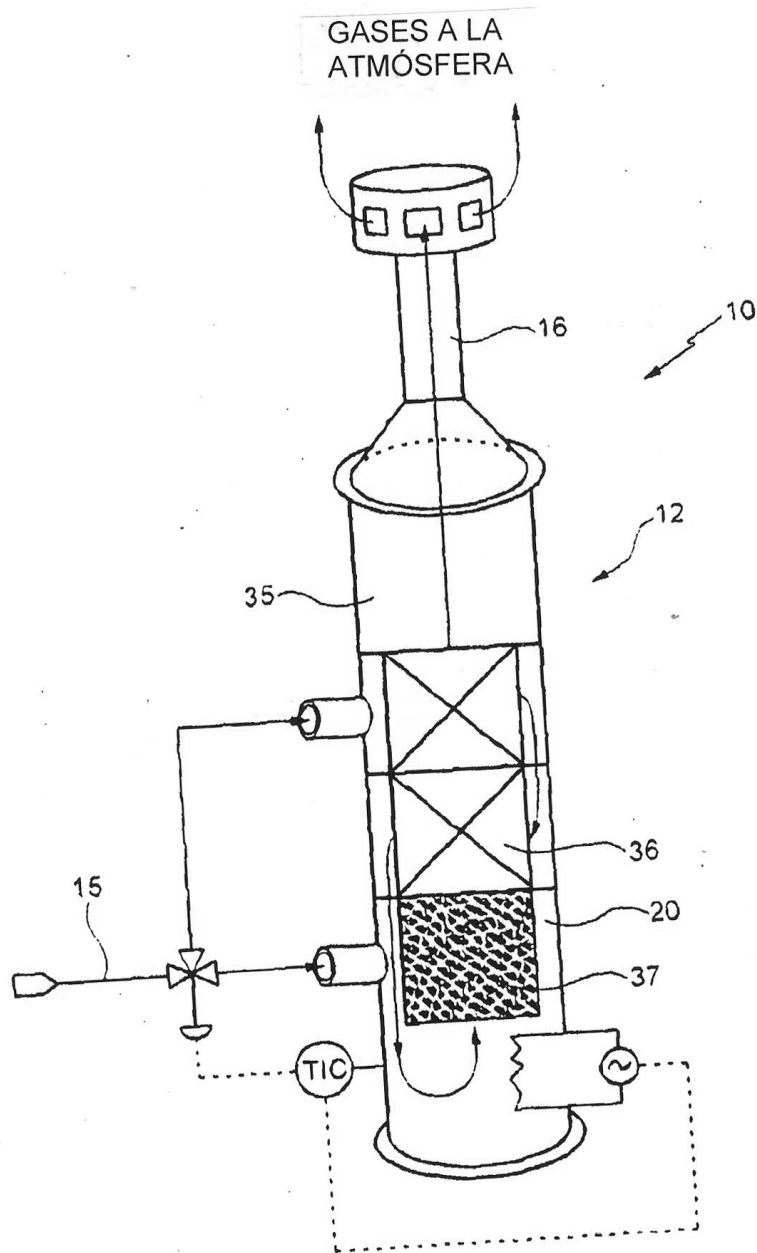


FIG. 6