

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 897 549**

51 Int. Cl.:

C07C 273/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.08.2018 PCT/IB2018/055861**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.02.2019 WO19026044**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.08.2018 E 18762150 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.10.2021 EP 3661913**

54 Título: **Un procedimiento de fabricación de urea y una planta de fabricación que usa CO2 producido por oxidación**

30 Prioridad:

04.08.2017 IT 201700090748

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

01.03.2022

73 Titular/es:

**SAIPEM S.P.A. (100.0%)
Via Martiri di Cefalonia, 67
20097 San Donato Milanese (MI), IT**

72 Inventor/es:

**ZAMBIANCO, ANDREA;
MONTRONE, DONATO;
POLIZZI, ROSSELLA;
SALA, MASSIMILIANO y
USAI, GIOIA**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 897 549 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 procedimiento de fabricación de urea y una planta de fabricación que usa CO2 producido por oxidación

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

5 Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente italiana número 102017000090748 presentada el 4 de agosto de 2017.

Campo técnico

Esta invención se refiere a un procedimiento de fabricación de urea y una planta de fabricación que utiliza CO2 generado por oxidación de un suministro de carbono.

10 Los requisitos de protección medioambiental se sienten cada vez más y requieren, entre otras cosas, un control cuidadoso de las emisiones de CO2.

Por tanto, en diversos sectores industriales se busca la adopción de soluciones caracterizadas por una alta eficiencia energética y por la reducción de la emisión de contaminantes y de CO2, por ejemplo, mediante el reciclado de este último.

Antecedentes de la técnica

15 En los complejos industriales de fabricación de urea que normalmente incluyen una planta de amoníaco y una planta de urea, el CO2 requerido para la síntesis de urea se recupera en la planta de amoníaco mediante depuración de gases de procedimiento con tecnologías conocidas y se envía a la planta de urea. La cantidad de CO2 recuperable de la planta de amoníaco es una función de la capacidad de la propia planta (en términos de amoníaco producido) y de la composición del suministro. Especialmente en los casos de suministro con un gas de alto contenido en metano
20 (los denominados combustibles "ligeros"), con respecto al amoníaco disponible la cantidad de CO2 producido puede resultar limitante para la capacidad de la planta de urea. En estos casos, las soluciones adoptadas para incrementar la cantidad de CO2 disponible son básicamente dos:

1. ampliación de la sección de fabricación de gas de procedimiento de la planta de amoníaco (que es la sección designada para producir hidrógeno a partir de combustibles fósiles);

25 2. la captura de CO2 de los gases de escape del horno de reformado y/o de otras chimeneas (turbinas de gas, calderas auxiliares, etc.) típicamente después del lavado con amina o con otro disolvente y posterior regeneración. La separación ocurre por absorción físico-química de CO2, que para ser utilizado debe ser comprimido a presiones adecuadas para la reacción de síntesis de urea.

Sin embargo, estas soluciones pueden causar más problemas por sí mismas.

30 En particular, en el caso de plantas de amoníaco basadas en reformado o gasificación, la ampliación de la sección de fabricación de gas de procedimiento de la planta de amoníaco para incrementar la fabricación de CO2 conlleva un correspondiente incremento del consumo energético; en cambio, en el caso de la recuperación de CO2 de las chimeneas, deben considerarse los costes de instalación de una nueva unidad y los costes operativos de regeneración y reintegración del disolvente.

35 Por otro lado, con plantas de amoníaco que se basan en reformado o gasificación de hidrocarburos (por ejemplo, en el caso de que H2 y N2 estén disponibles de otras fuentes externas a las plantas) no es posible convertir el amoníaco producido en urea debido a la falta de CO2 que debería estar disponible de otras fuentes.

Una tecnología conocida para la fabricación de CO2 se basa en procedimientos de oxidación.

40 Brevemente, la oxidación es un tipo de combustión en la que se quema un combustible utilizando oxígeno como oxidante primario en lugar de aire.

En general, dado que el nitrógeno del aire no está presente, aumenta la concentración de CO2 en los gases de escape descargados de la oxidación. De hecho, la oxidación produce principalmente vapor de agua y dióxido de carbono concentrado, lo que simplifica la separación del CO2 y/o su reciclaje. Los gases de escape descargados tienen un contenido de nitrógeno significativamente menor en comparación con lo que se puede
45 obtener con los procedimientos de combustión tradicionales (y por lo tanto también un contenido definitivamente menor de óxidos de nitrógeno que en cambio se producen normalmente en los procedimientos de combustión de aire tradicionales y constituyen contaminantes particularmente peligrosos) y en su mayoría contienen CO2 y vapor de agua. Por tanto, al enfriar los gases descargados para condensar el agua, se recupera el CO2 con un consumo mínimo de energía. Además, la ausencia de nitrógeno en el procedimiento de combustión da como resultado una
50 mejora de la eficiencia energética del sistema ya que se evita el calentamiento de materiales inertes.

Un ejemplo de la aplicación de la oxicomcombustión para la recuperación de CO₂ en procedimientos/plantas industriales de fabricación de amoníaco y urea se describe en el documento US2015/0183650.

5 En particular, el documento US2015/0183650 describe la integración de una sección de síntesis de amoníaco con un sistema de oxicomcombustión estándar. Una sección de síntesis de amoníaco de este tipo comprende una unidad de síntesis de amoníaco, en la que se produce amoníaco crudo a partir de hidrógeno y nitrógeno; y una unidad de separación donde el amoníaco crudo se condensa y separa del nitrógeno y el hidrógeno sin reaccionar para producir un flujo de amoníaco purificado. Un reactor de oxicomcombustión, donde tiene lugar la combustión de un combustible en presencia de oxígeno procedente de una unidad de separación de aire, se utiliza para generar agua caliente o vapor, para integrarse térmicamente con la planta de amoníaco, en particular mediante ductos de conexión térmica que conectan el reactor de oxicomcombustión a la unidad de síntesis de amoníaco y/o la unidad de separación de aire con la unidad de separación de amoníaco.

10 La planta integrada descrita en el documento US2015/0183650 produce amoníaco (utilizando el hidrógeno disponible de otras fuentes externas a la planta y el nitrógeno obtenido de la sección de separación de aire) y CO₂ capturado en el procedimiento de oxicomcombustión. En una aplicación específica, también está prevista la conversión de los propios productos (amoníaco y CO₂) en urea, en una planta dedicada a la urea.

15 En la solución US2015/0183650, la planta para la fabricación de amoníaco es necesaria tanto para la purificación de los gases de escape que salen de la sección de oxicomcombustión estándar (con un alto contenido de NO_x y SO_x si el suministro alimentado contiene nitrógeno y azufre) y para la posterior síntesis de urea, si está presente.

20 Sin embargo, las plantas y procedimientos del tipo descrito en el documento US2015/0183650, como otros esencialmente similares, pueden resultar no del todo satisfactorios, al menos para algunas aplicaciones.

Por ejemplo, en la hipótesis descrita anteriormente de una planta de fabricación de urea en la que el CO₂ resulta ser limitante con respecto al amoníaco disponible, la solución US2015/0183650 no es aplicable por las siguientes razones:

- 25 – se requieren secciones adicionales de síntesis y separación de amoníaco integradas térmicamente con la unidad de oxicomcombustión. Por tanto, no es posible producir solo el CO₂ solicitado para cerrar el balance de materiales sin producir amoníaco al mismo tiempo;
- H₂ debe estar disponible desde otra unidad de la planta.

Además, la oxicomcombustión genérica no permite alimentar múltiples suministros de cualquier naturaleza y puede estar sujeta a los problemas típicos de cualquier quemador ligados a variaciones en el flujo de combustible.

30 Divulgación de la invención

Uno de los propósitos de esta invención es el de suministrar un procedimiento de urea y una planta de fabricación de urea que permitan superar los inconvenientes destacados de la técnica anterior.

En particular, uno de los propósitos de la invención es el de mejorar la eficiencia de los procedimientos/plantas de fabricación de urea conocidos y aumentar su flexibilidad en términos de tipo y caudal del suministro.

35 Por lo tanto, esta invención se refiere a un proceso de urea y a una planta de fabricación de urea como se define esencialmente en las reivindicaciones 1 y 13 adjuntas, respectivamente.

Las características preferidas adicionales de la invención se especifican en las reivindicaciones dependientes.

40 Según la invención, una parte o la totalidad del dióxido de carbono necesario para la síntesis de urea se produce en un procedimiento de oxicomcombustión de un suministro de carbono realizado con modos específicos: en concreto, el procedimiento de oxicomcombustión es un procedimiento de oxicomcombustión sin llama, preferiblemente presurizado.

45 De esta manera, el procedimiento de oxicomcombustión y la unidad de oxicomcombustión relacionada en la que se lleva a cabo se integran en la planta de procedimiento/fabricación de urea de una manera mucho más eficiente y beneficiosa en comparación con la técnica anterior, en particular en comparación con la solución propuesta por el documento US2015/0183650, lo que permite gestionar la alimentación de suministros de carbono que tienen un estado físico diferente y una composición diferente y con flujos variables dentro de la misma cámara de combustión sin tener escapes con alto contenido de NO_x y SO_x que requieran purificación.

La oxicomcombustión se lleva a cabo en un reactor específico, preferiblemente presurizado, que puede integrarse dentro de plantas de urea ya existentes o nuevas.

De este modo, la invención obtiene las siguientes ventajas principales:

- 50 – la captura de CO₂ se simplifica significativamente debido a su alta concentración en los gases de escape y al bajo contenido de contaminantes y materiales inertes;

- la amplia flexibilidad del suministro de carbono que se puede alimentar permite el uso de residuos de plantas adyacentes, que de otro modo serían difíciles de eliminar y/o gestionar;
- un excedente de energía eléctrica y/o vapor puede exportarse y/o integrarse dentro del complejo en el que se está operando, aumentando su eficiencia;
- 5 – al realizar una oxidación sin llama, presurizada, se puede capturar el CO₂ presurizado, reduciendo los costes de compresión para llevarlo a la presión requerida por la planta de urea;
- llevar a cabo una oxidación presurizada y sin llama se puede reducir considerablemente la sección de tratamiento de los gases de escape, en la que, en particular, no es necesario ningún lavado con amoníaco;
- 10 – es posible reducir (e incluso eliminar en algunos casos particulares, dependiendo del suministro alimentado) la cantidad de aire de pasivación posiblemente requerido por la planta de urea aprovechando el exceso de oxígeno en los gases de escape de combustión;
- es posible asociar una planta de urea con la planta de amoníaco incluso cuando el amoníaco se produce con tecnologías diferentes al reformado o gasificación de hidrocarburos, por ejemplo, partiendo de H₂ y N₂ puros.

15 En pocas palabras, la invención permite incrementar la capacidad de las plantas de fabricación de urea existentes, lo cual asegura la cantidad de CO₂ requerida con respecto al amoníaco disponible.

Además, es posible utilizar el CO₂ producido a través del procedimiento/planta de oxidación en una nueva planta de urea, independientemente del procedimiento de fabricación de urea y posiblemente teniendo amoníaco disponible de otras fuentes.

Breve descripción de los dibujos

20 Otras características y ventajas de la presente invención resultarán claras a partir de la descripción de las siguientes realizaciones no limitantes de la misma, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra de forma esquemática y simplificada una planta de fabricación de urea, equipada con una unidad de oxidación integrada, de acuerdo con la invención;
- 25 – La figura 2 es una vista esquemática de una variación de la planta de la figura 1, que también comprende una unidad de amoníaco para la fabricación de amoníaco.

Mejor modo de realizar la invención

30 En la Figura 1, con 1 se indica una planta de fabricación de urea en su conjunto, la cual comprende una unidad de urea 2 para producir urea por reacción de amoníaco y dióxido de carbono, y una unidad de oxidación 3 en la que se produce dióxido de carbono (CO₂) para enviarse a la unidad de urea 2 para alimentar la reacción de síntesis de urea a partir de amoníaco y dióxido de carbono.

La unidad de urea 2 (que también puede ser una unidad existente, "mejorada" con la integración de la unidad 3 de oxidación) es esencialmente conocida *per se* y por lo tanto no se describe ni se muestra en detalle por simplicidad.

35 La unidad de urea 2, como también el procedimiento de fabricación de urea que se lleva a cabo en ella, puede ser de varios tipos.

Por ejemplo, pero no necesariamente, la unidad de urea 2 puede configurarse para llevar a cabo un procedimiento tradicional de urea denominado "Snamprogetti™ Urea Technology", pero se entiende que la invención también se aplica a otras plantas/procedimientos de fabricación de urea.

40 En general, la unidad de urea 2 comprende principalmente: una sección de síntesis de urea, donde tiene lugar la síntesis de reacción de urea a partir de amoníaco y dióxido de carbono; algunas secciones de recuperación (por ejemplo, una sección de recuperación de alta presión, una sección de recuperación de presión media y una sección de recuperación de baja presión), en las que una solución de urea producida en la sección de síntesis se concentra gradualmente con la eliminación de amoníaco y dióxido de carbono sin reaccionar y agua y recirculación de los componentes recuperados; una sección de concentración de vacío conectada a una sección para el tratamiento de condensados de procedimiento (esencialmente agua); una sección de acabado/solidificación que comprende, por
45 ejemplo, una unidad de granulación o una torre de granulación.

La unidad de urea 2 recibe CO₂ (para ser utilizado como reactivo en la síntesis de la reacción de urea) producido en la unidad 3 de oxidación.

50 La unidad de oxidación 3 es alimentada, por un ducto de suministro de combustible 4, con un suministro de carbono (combustible) y, por un ducto de suministro de oxígeno 5, con una corriente de oxígeno (oxidante).

El suministro alimentado por la unidad de oxidación 3 puede ser de cualquier tipo y estado físico (por ejemplo, gas de bajo poder calorífico, residuos líquidos o sólidos de refinería, material de desecho, biomasas, carbón, etc.). Si es necesario, por ejemplo, en el caso de energía a base de carbón, el suministro se puede pretratar antes de ser

alimentado a la unidad de oxidación 3 en una unidad de pretratamiento 6 colocada a lo largo del ducto de suministro de combustible 4.

El oxígeno que alimenta la unidad de oxidación 3 se produce en una unidad de generación de oxígeno 7 que está conectada a la unidad de oxidación 3 por el ducto de suministro de oxígeno 5.

- 5 La unidad de generación de oxígeno 7 es, por ejemplo, una unidad de separación de aire, esencialmente conocida per se, configurada para separar el aire en nitrógeno y oxígeno.

La separación del aire se puede llevar a cabo con cualquier tecnología conocida; por ejemplo, mediante destilación fraccionada o fraccionamiento criogénico, separación por membrana, adsorción sobre materiales adecuados (tamices moleculares, zeolitas, etc.), en particular mediante las denominadas técnicas de absorción por oscilación de presión (Adsorción por oscilación de presión, (PSA, por sus siglas en inglés)) o absorción por oscilación de vacío (Adsorción de oscilación de vacío, (VSA, por sus siglas en inglés)) o con soluciones híbridas (Adsorción por oscilación de presión y vacío, VPSA (por sus siglas en inglés)).

Se entiende que la unidad de generación de oxígeno 7 puede ser de otro tipo; por ejemplo, del tipo que funciona por electrólisis de soluciones acuosas.

- 15 Ventajosamente, como se muestra en la Figura 2, en el caso de que la planta de fabricación de urea 1 incluya o sea adyacente a una unidad de amoníaco 8 donde se produce amoníaco y la unidad de amoníaco 8 se base en una tecnología de reformado autotérmico (ATR, por sus siglas en inglés) que hace uso de una unidad de separación de aire criogénica, la unidad de generación de oxígeno 7 es una unidad de separación de aire definida por dicha unidad de separación de aire criogénica ya existente, con una clara reducción de los costes de inversión y funcionamiento.
- 20 Por tanto, la unidad de generación de oxígeno 7 (es decir, la unidad de separación de aire) también está conectada, además de la unidad de oxidación 3, a la unidad de amoníaco 8, por un ducto de nitrógeno 9 y un ducto de oxígeno 10 que alimentan nitrógeno y oxígeno a la unidad de amoníaco 8.

La cantidad y pureza del oxígeno requerido por la unidad de oxidación 3 son en todo caso tales que hacen posible la separación del aire incluso con tecnologías alternativas al fraccionamiento criogénico, más convenientes en términos de inversión, como las técnicas ya mencionadas de adsorción o separación por membrana que suministran oxígeno con un contenido de 90-95% en volumen o menor.

En general, la unidad de oxidación 3 es alimentada por una corriente de oxígeno que contiene al menos aproximadamente un 80% en volumen, preferiblemente al menos un 90% en volumen, de oxígeno.

- 30 La unidad de oxidación 3 es específicamente una unidad de oxidación sin llama, en particular una unidad de oxidación sin llama y presurizada, configurada para realizar una oxidación sin llama, en particular una oxidación sin llama y presurizada, del combustible en presencia de oxígeno.

En el procedimiento de oxidación sin llama (preferiblemente presurizada) realizado en la unidad de oxidación 3, específicamente en una cámara de combustión de la unidad de oxidación 3, el suministro de carbono (combustible) se quema con el oxígeno en condiciones de funcionamiento tales que la combustión ocurre sin generar llama.

Según la invención, la cámara de combustión de la unidad de oxidación 3 es una cámara de combustión sin llama, preferiblemente presurizada e isotérmica.

Preferiblemente, la presión de funcionamiento de la cámara de combustión varía entre 0 y 40 bar g.

- 40 Preferiblemente, la temperatura de combustión varía entre aproximadamente 800 y aproximadamente 1800°C, preferiblemente entre aproximadamente 1000 y aproximadamente 1500°C.

Como ejemplo, el procedimiento de oxidación sin llama (preferiblemente presurizado) se lleva a cabo con los modos y en una cámara de combustión del tipo descrito en uno o más de los siguientes documentos: WO2009071230, WO2009071238, WO2009071239, WO2014016235, WO2014016237, WO2015097001.

- 45 El procedimiento de oxidación produce escapes que contienen en particular CO₂ y que salen de la unidad de oxidación 3 por un ducto de escape 11, y desechos fundidos, que se solidifican e inertizan y luego se retiran de la unidad de oxidación 3 a través de un ducto de descarga 12.

La unidad de oxidación 3 está conectada por el ducto de escape 11 a una unidad de recuperación de energía 13.

- 50 Los gases de escape producidos por el procedimiento de oxidación, indicativamente a temperaturas que oscilan entre 1000 y 1500°C, se envían a través del ducto de escape 11 a la unidad de recuperación de energía 13 donde la energía térmica se convierte en vapor y/o energía eléctrica para apoyar el consumo de energía de la planta 1.

Por tanto, la unidad 13 de recuperación de energía está configurada para recuperar calor de dichos escapes producidos en la unidad 3 de oxidación y producir vapor y/o energía eléctrica.

5 Por ejemplo, la unidad de recuperación de energía 13 comprende una caldera alimentada con agua por un ducto de agua 14 y que produce vapor, que se utiliza como fluido calefactor para calentar otros fluidos de procedimiento en la planta 1 y/o para generar energía eléctrica mediante una turbina acoplada a un generador.

En particular, el vapor y/o la energía eléctrica generados en la unidad de recuperación de energía 13 se utilizan, por ejemplo, en una unidad de purificación y compresión 15 (descrita a continuación), que alimenta la unidad de urea 2 con CO₂, o en la unidad de generación de oxígeno 7.

10 Un posible exceso de vapor y/o energía eléctrica se integra con la red existente de la planta 1 mejorando así la eficiencia global de la propia planta, o se exporta (que se suministra a usuarios externos a la planta 1).

El vapor se puede producir en la unidad de recuperación de energía 13 a cualquier nivel de presión deseado (por ejemplo, extrayendo vapor de diferentes etapas de la turbina de vapor) para que pueda integrarse fácilmente con la planta existente.

15 Así, cuando la unidad de oxidación 3 se inserta en una planta de producción de urea preexistente 1 con el aumento resultante en la capacidad de producción de urea, parte del vapor y / o energía producida en la unidad de recuperación de energía 13 puede enviarse a la unidad de urea 2 para apoyar el mayor consumo debido precisamente al aumento de la capacidad de producción.

Otra forma de generar energía eléctrica podría ser, por ejemplo, a través de un ciclo de CO₂ supercrítico en lugar de un ciclo de vapor tradicional.

20 Una parte de los gases de escape que salen de la unidad 13 de recuperación de energía es recirculada, por un ducto 16 de recirculación de escape equipada con un soplador 17, a la unidad 3 de oxidación y posiblemente a la unidad 13 de recuperación de energía.

25 En particular, el ducto 16 de recirculación de gases de escape se inserta en el ducto 5 de suministro de oxígeno con un primer brazo 16a y está opcionalmente conectada, por una segunda rama 16b, a la unidad 13 de recuperación de energía.

La parte restante de los gases de escape que salen de la unidad 13 de recuperación de energía se trata en una sección 20 de recuperación de CO₂ configurada para recuperar (separar) CO₂ de los gases de escape con la especificación de pureza de CO₂ adecuada para alimentar la síntesis de reacción de urea realizada en la unidad de urea 2.

30 La unidad 13 de recuperación de energía se conecta luego mediante una parte 11a del ducto 11 de escape a la sección 20 de recuperación de CO₂.

Por ejemplo, la sección 20 de recuperación de CO₂ comprende una unidad de tratamiento de gases de escape 21, una unidad de condensación 22 y una unidad de purificación y compresión 15, conectadas a la unidad de recuperación de energía 13 y entre sí, en serie, por las respectivas partes 11a, 11b, 11c del ducto de escape 11.

35 El tratamiento de los gases de escape es fundamentalmente necesario para eliminar de los gases de escape contaminantes posiblemente presentes en el suministro de carbono alimentado por la unidad de oxidación como azufre, cloro, etc.

El tipo de tratamiento de los gases de escape depende de la composición del suministro de carbono alimentado por la unidad de oxidación y por tanto de los contaminantes que están presentes.

40 Por ejemplo, si se alimenta un suministro de carbono con alto contenido de azufre, la unidad de tratamiento de gases de escape 21 debe configurarse para eliminar el azufre hasta la especificación requerida por el usuario final y/o por los tratamientos posteriores; entre las diversas posibilidades, por ejemplo, se puede realizar un tratamiento a base de cal. Si hay cloro presente en el suministro alimentado, se puede realizar un tratamiento a base de sosa cáustica, etc.

45 Claramente, la unidad de tratamiento de gases de escape 21 puede configurarse para realizar diversos tratamientos diferentes; sin embargo, los tratamientos son en cualquier caso más sencillos y requieren un menor consumo energético en comparación con los posteriores tanto en la combustión tradicional como en la oxidación genérica.

50 En una forma de realización, un exceso de oxígeno está presente en los gases de escape producidos por el procedimiento de oxidación. El exceso de oxígeno en los gases de escape se mantiene de manera útil en la corriente de CO₂ alimentada a la unidad de urea 2, ya que permite reducir la cantidad de aire de pasivación posiblemente mezclado con CO₂ para permitir la pasivación de las superficies metálicas en la unidad de urea 2, con una mejora adicional de la eficiencia general de la planta 1.

5 Los gases de escape tratados en la unidad de tratamiento de gases de escape 21 se envían luego a la unidad de condensación 22, donde se someten a condensación para la eliminación del agua presente que se elimina a través de un ducto de recuperación de condensados 23; y luego a la unidad de purificación y compresión 15, donde se separa el CO₂ de los gases de escape. La corriente de CO₂ separada de los gases de escape se alimenta a la unidad de urea 2 por un ducto de suministro de CO₂ 24, mientras que los gases de escape llenos de materiales inertes se descargan, por ejemplo, a una chimenea, por un ducto de descarga de gases de escape 25.

10 En una forma de realización, la corriente gaseosa procedente de la unidad de oxidación 3 y de la unidad de recuperación de energía 13 a través de la parte 11a del ducto de escape 11 ya tiene las especificaciones de pureza requeridas por la unidad de urea 2; en este caso, de manera útil, la sección de recuperación 20 solo comprende la unidad de condensación 22 (ya que la unidad de tratamiento de gases de escape 21 es innecesaria) y una unidad 15 reducida a solo una unidad de compresión (sin necesidad de purificación).

La salida de la unidad de purificación y compresión 15 se envía a la unidad de urea 2 y se introduce en la parte más adecuada de la unidad de urea 2, preferiblemente ya a la presión requerida y posiblemente mezclada con una corriente ya disponible en la planta 1.

15 En una forma de realización, la unidad de oxidación 3 y la subsecuente sección de recuperación 20 suministran todo el dióxido de carbono que necesita la unidad de urea 2.

En este caso, la corriente que sale de la unidad de purificación y compresión 15 es alimentada directamente por la sección de síntesis de la unidad de urea 2, a una presión de aproximadamente 140-200 bar y a una temperatura de aproximadamente 90-150°C.

20 En otras formas de realización, la corriente que sale de la unidad de purificación y compresión 15 se envía en su lugar a la salida (descarga) de un compresor de la unidad de urea 2 (a una presión de aproximadamente 160 bar g o superior), a la entrada (toma) del mismo compresor (a una presión de 0 y 2 bar g) o en uno de los pasos intermedios (a una presión intermedia entre 2 y 160 bar g).

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento de fabricación de urea que comprende una etapa de síntesis de urea mediante reacción de amoníaco y dióxido de carbono; al menos parte del dióxido de carbono para la síntesis de reacción de urea se produce en un procedimiento de oxicomcombustión; caracterizado porque el procedimiento de oxicomcombustión es un procedimiento de oxicomcombustión sin llama.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el procedimiento de oxicomcombustión es un procedimiento de oxicomcombustión presurizado y sin llama.
- 10 3. El procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que el procedimiento de oxicomcombustión se lleva a cabo a una temperatura de combustión que varía entre aproximadamente 800 y aproximadamente 1800°C, preferiblemente entre aproximadamente 1000 y aproximadamente 1500°C.
4. El procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el procedimiento de oxicomcombustión se lleva a cabo a una presión que varía entre 0 y 40 bar g.
- 15 5. El procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el procedimiento de oxicomcombustión se alimenta con oxígeno producido en una etapa de generación de oxígeno, en particular en una etapa de separación de aire.
6. El procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos parte del amoníaco para la reacción de síntesis de urea se produce en una etapa de síntesis de amoníaco por reacción directa de hidrógeno y nitrógeno, y el nitrógeno se produce en una etapa de separación de aire junto con el oxígeno; y en el que una parte del oxígeno producido en la etapa de separación de aire alimenta el procedimiento de oxicomcombustión.
- 20 7. El procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el procedimiento de oxicomcombustión se alimenta con una corriente de oxígeno que contiene al menos aproximadamente un 80% en volumen, preferiblemente al menos un 90% en volumen, de oxígeno.
8. El procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende una etapa de recuperación de energía, en la que se recupera energía térmica de los gases de escape producidos en el procedimiento de oxicomcombustión para producir vapor y/o energía eléctrica.
- 25 9. El procedimiento según la reivindicación 8, que comprende una etapa de recirculación de una parte de los gases de escape al procedimiento de oxicomcombustión y/o a la etapa de recuperación de energía.
10. El procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende una etapa de recuperar, es decir, separar una corriente de al menos una parte de los gases de escape que se contienen y producen en el procedimiento de oxicomcombustión.
- 30 11. El procedimiento según la reivindicación 10, en el que la etapa de recuperación comprende las etapas de: tratar los gases de escape para eliminar los contaminantes de los gases de escape, condensar los gases de escape eliminando el agua condensada y obteniendo una corriente, y purificar y comprimir la corriente.
- 35 12. El procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que en los gases de escape producidos por el procedimiento de oxicomcombustión existe un exceso de oxígeno que se mantiene en la corriente alimentada a la reacción de síntesis de urea, para actuar como agente de pasivación.
- 40 13. Una planta de fabricación de urea (1), que comprende una unidad de urea (2) para producir urea por reacción de amoníaco y dióxido de carbono, y una unidad de oxicomcombustión (3) en la que se produce dióxido de carbono para ser enviado a la unidad de urea. (2) para alimentar la reacción de síntesis de urea a partir de amoníaco y dióxido de carbono; caracterizado porque la unidad de oxicomcombustión (3) es una unidad de oxicomcombustión sin llama que comprende una cámara de combustión sin llama configurada para realizar un procedimiento de oxicomcombustión sin llama de un suministro de carbón.
14. La planta según la reivindicación 13, en la que la unidad de oxicomcombustión (3) es una unidad de oxicomcombustión presurizada y sin llama y dicha cámara de combustión está presurizada.
- 45 15. La planta según la reivindicación 13 o 14, en la que la cámara de combustión funciona a una temperatura de combustión que varía entre aproximadamente 800 y aproximadamente 1800°C, preferiblemente entre aproximadamente 1000 y aproximadamente 1500°C.
16. La planta según una de las reivindicaciones 13 a 15, en la que la cámara de combustión funciona a una presión que varía entre 0 y 40 bar g.
- 50 17. La planta según una de las reivindicaciones 13 a 16, en la que la unidad de oxicomcombustión (3) está conectada a una unidad de generación de oxígeno (7), en particular una unidad de separación de aire, conectada a la unidad de

oxicombustión (3) por un ducto de suministro de oxígeno (5) para alimentar oxígeno a la unidad de oxicombustión (3).

5 18. La planta según la reivindicación 17 que comprende una unidad de amoniaco (8), donde el amoniaco se produce por reacción directa de hidrógeno y nitrógeno; y donde la unidad de generación de oxígeno (7) está definida por una unidad de separación de aire, en particular una unidad de separación de aire criogénica, de la unidad de amoniaco (8).

19. La planta según una de las reivindicaciones 13 a 18, en la que la unidad de oxicombustión (3) se alimenta con una corriente de oxígeno que contiene al menos aproximadamente un 80% en volumen, preferiblemente al menos un 90% en volumen de oxígeno.

10 20. La planta según una de las reivindicaciones 13 a 19, que comprende una unidad de recuperación de energía (13), conectada a la unidad de oxicombustión (3) por un ducto de escape (11) que conduce a la unidad de recuperación de energía (13) los gases de escape producidos en la unidad de oxicombustión (3) y está configurado para recuperar energía térmica de dichos gases de escape y producir vapor y/o energía eléctrica.

15 21. La planta según la reivindicación 20, que comprende un ducto de recirculación de gases de escape (16) que conecta la unidad de recuperación de energía (13) con la unidad de oxicombustión (3) y/o con la propia unidad de recuperación de energía (13) para recircular un parte de los gases de escape a la unidad de oxicombustión (3) y/o a la unidad de recuperación de energía (13).

20 22. La planta según una de las reivindicaciones 13 a 21, que comprende una sección de recuperación (20) configurada para recuperar, es decir, separar, a partir de al menos una parte de los gases de escape que se contienen y producen en la unidad de oxicombustión (3).

23. La planta según la reivindicación 22, en la que la sección de recuperación (20) comprende una unidad de tratamiento de gases de escape (21), una unidad de condensación (22) y una unidad de purificación y compresión (15), conectadas a la unidad de recuperación de energía (13) y entre sí, en serie, mediante partes respectivas (11a, 11b, 11c) de un ducto de escape (11).

25

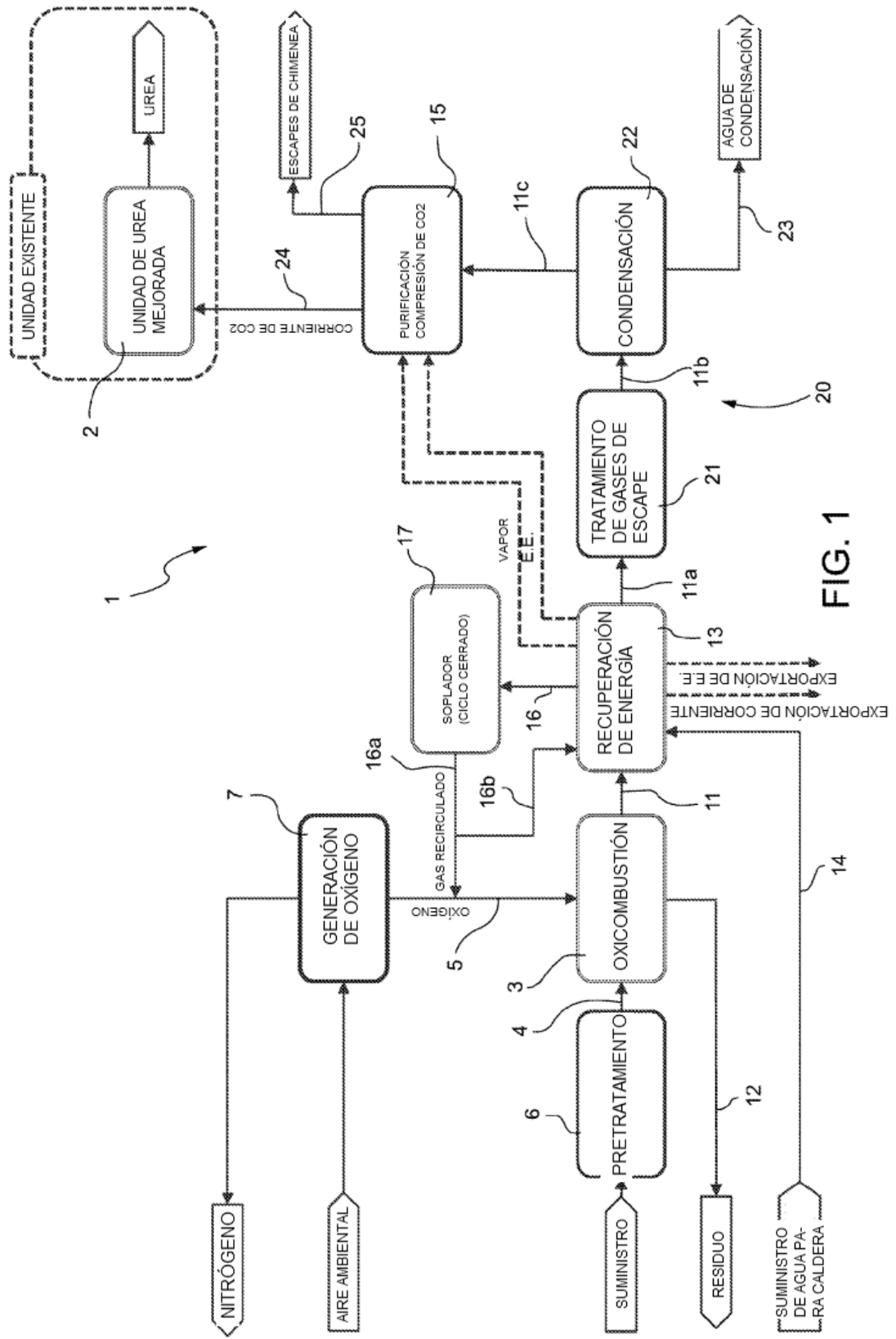


FIG. 1

