

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 560 857**

51 Int. Cl.:

C07C 273/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.04.2005 E 05008437 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.11.2015 EP 1714959**

54 Título: **Proceso de producción de urea y planta relacionada**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.02.2016

73 Titular/es:

**CASALE SA (100.0%)
Via Giulio Pocobelli 6
6900 Lugano, CH**

72 Inventor/es:

**PORRO, LINO y
GUELI, PASQUALE**

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 560 857 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).

Proceso de producción de urea y planta relacionada

DESCRIPCIÓN**Campo de la solicitud**

5 En su aspecto más general, la presente invención se refiere a la producción de urea.

En particular, la presente invención se refiere a un proceso y a una planta relacionada para la producción de urea del tipo que comprende las etapas de:

- 10
- llevar a cabo una reacción entre amoníaco y dióxido de carbono en un reactor de alta presión para obtener una mezcla de reacción que comprende urea, carbamato y amoníaco sin reaccionar en solución acuosa;
 - 15 - someter dicha mezcla de reacción a un tratamiento de separación autotérmico en una unidad de descomposición del carbamato, obteniéndose un primer flujo gaseoso que comprende amoníaco y dióxido de carbono y un primer flujo líquido que comprende urea y carbamato residual en solución acuosa;
 - reciclar dicho primer flujo gaseoso que comprende amoníaco y dióxido de carbono hacia dicho reactor;
 - 20 - someter dicho primer flujo líquido a un tratamiento de separación en al menos una unidad de descomposición de carbamato que funciona a presión media de una sección de recuperación de urea, obteniéndose un segundo flujo gaseoso que comprende amoníaco y dióxido de carbono y un segundo flujo líquido que comprende urea.

Técnica anterior

25 Como es bien sabido, la síntesis de urea a partir de amoníaco y dióxido de carbono tiene lugar sustancialmente a través de dos reacciones: una primera reacción en la que se produce carbamato y una segunda reacción en la que el carbamato recién producido se descompone en urea y agua.

30 Dichos procesos de síntesis de urea se conocen a partir de los documentos US-A-6 342 632 y US-A-3 527 799.

A escala industrial, las reacciones mencionadas anteriormente se llevan a cabo en un reactor que funciona a alta presión (16.000-24.000 kPa [160-240 bar]) de una sección de síntesis de una planta de producción de urea. Desde dicho reactor, la urea se obtiene normalmente en forma de una solución acuosa que comprende carbamato, amoníaco sin reaccionar y dióxido de carbono, y los posibles gases inertes introducidos previamente en el reactor.

35 La sección de síntesis de una planta de urea también comprende toda una serie de aparatos, en particular, para la separación de la urea y para el reciclaje del carbamato, y del amoníaco sin reaccionar y dióxido de carbono, cuya estructura y función pueden variar considerablemente de acuerdo con las tecnologías usadas para la síntesis de urea.

40 Normalmente, la solución acuosa a la salida del reactor se trata en unidades de descomposición de carbamato adecuadas que funcionan a alta presión (al igual que el reactor) a partir de las cuales se obtienen una solución acuosa que comprende urea y carbamato residual, destinada a ser tratada en una sección de recuperación de urea, y un flujo gaseoso que comprende amoníaco, dióxido de carbono y posibles gases inertes, destinado a ser reciclado hacia el reactor en la forma adecuada (directa o indirecta).

45 En este sentido, la presente invención se refiere a tratamientos de separación autotérmicos, en otras palabras, a los tratamientos en los que la descomposición del carbamato en las unidades de alta presión se lleva a cabo con el suministro de calor sin la ayuda de gases de separación.

50 En la sección de recuperación de urea, la solución anteriormente mencionada que comprende urea y carbamato residual normalmente se trata en una o más unidades de descomposición de carbamato que funcionan a presión media (1.600-1.800 kPa [16-18 bar]).

55 Por lo tanto, una solución acuosa, todavía más rica en urea, y un flujo gaseoso que comprende principalmente amoníaco y dióxido de carbono y, en muy pequeña parte, vapor y gases inertes, sale de esta/s unidad/es de descomposición.

60 Ahora, se sabe que para lograr un rendimiento de producción de urea aceptable, puede ser importante someter el flujo gaseoso mencionado anteriormente en la salida de las unidades de descomposición de carbamato que funcionan a presión media a destilación de rectificación, para recuperar amoníaco que luego se reciclará hacia el reactor de síntesis. Esto es de particular importancia para esas tecnologías en las que la síntesis de la urea se lleva a cabo con un exceso considerable de amoníaco.

En este sentido, normalmente, se proporcionan un proceso adecuado y un aparato adecuado relacionado para la destilación de rectificación de los flujos gaseosos procedentes de unidades de descomposición de carbamato que funcionan a media presión en la planta de producción de urea.

5 Dicho proceso comprende generalmente las etapas de:

10 a) condensar parcialmente un flujo gaseoso que comprende amoníaco, dióxido de carbono, vapor y gases inertes procedentes de unidades de descomposición de carbamato que funcionan a presión media en un condensador a través de la mezcla de dicho flujo gaseoso con un flujo de una solución de carbonato de reciclaje, para formar una solución de carbamato que contenga una cierta cantidad de los gases no condensados anteriormente mencionados,

15 b) separar el amoníaco de dicha solución de carbamato que todavía contiene una cierta cantidad de los gases no condensados anteriormente mencionados en una columna de recuperación de amoníaco mediante el burbujeo de dicha solución de carbamato con los gases no condensados en un líquido de lavado y el lavado simultáneo con un flujo descendente de amoníaco, obteniéndose un flujo gaseoso que consiste esencialmente en amoníaco y gases inertes y un flujo líquido que contiene carbamato,

20 c) reciclar dicho flujo líquido que comprende carbamato hacia la sección de síntesis de la planta de producción de urea.

25 La expresión "solución de carbonato", en el campo de la producción de urea industrial, pretende significar una solución de carbamato diluida (por ejemplo, NH_3 al 40-42 %, CO_2 al 8-10 %), particularmente reciclada, por ejemplo, una solución de carbamato diluida procedente de la sección que funciona a baja presión de la planta de urea.

30 A pesar de que el proceso convencional descrito anteriormente para la destilación de rectificación de los flujos gaseosos procedentes de las unidades de descomposición de carbamato que funcionan a media presión logra sustancialmente su propósito, tiene diferentes inconvenientes en relación con la columna de recuperación de amoníaco que se examinan en mayor detalle más adelante.

35 En primer lugar, la absorción del dióxido de carbono no condensado procedente del condensador se lleva a cabo mediante la mezcla con burbujeo de los gases no condensados en el líquido de lavado. Esto generalmente implica una mala eficacia de absorción del dióxido de carbono en el líquido de lavado, que solo se puede mejorar proporcionando una elevación considerable del nivel de líquido de lavado en la columna de recuperación de amoníaco (a aproximadamente 4-5 metros).

40 Además, durante las transiciones y, sobre todo, en la etapa de puesta en marcha de la planta de producción de urea, a menudo existe la necesidad de tratar grandes cantidades de gases no condensados procedentes del condensador de la columna de recuperación de amoníaco. En este caso, es muy difícil hacer que el dióxido de carbono no condensado sea completamente absorbido en el líquido de lavado, de modo que el dióxido de carbono no absorbido es transportado hacia arriba por el flujo gaseoso ascendente en la columna, dando lugar desventajosamente a la formación de incrustaciones de carbamato a través de la reacción en seco con el amoníaco del flujo descendente de la columna. Dichas incrustaciones de carbamato pueden obstruir tanto la columna, en particular cuando se forman al nivel de las placas proporcionadas en la misma, como los tubos de los condensadores del amoníaco recuperado de la columna, si el transporte del dióxido de carbono es tal que siguiera también fuera de la columna.

50 Por otra parte, cabe señalar que el burbujeo de la solución de carbamato que contiene los gases no condensados en el líquido de lavado se lleva a cabo a través de un distribuidor adecuado dispuesto en dicho líquido. Dicho distribuidor está normalmente situado lo más bajo posible, cerca de la parte inferior de la columna para aprovechar la altura máxima disponible de la columna de líquido de lavado para la absorción del dióxido de carbono no condensado.

55 Sin embargo, al hacerlo, se airea sustancialmente todo el líquido de lavado a través del burbujeo y del aumento en el mismo de los gases no condensados introducidos en la columna, y esto vuelve al nivel del líquido de lavado inestable, y la medición del mismo, incierta. Además, durante las transiciones y, sobre todo, en la etapa de puesta en marcha de la planta de producción de urea, el líquido de lavado está en un estado turbulento hasta el punto de que el nivel del mismo puede llegar a la placa más baja de la columna, obstruyéndola arriba.

60 La turbulencia del líquido también puede volver inestable el funcionamiento de la bomba para el reciclaje del flujo líquido que comprende carbamato a la salida de la columna.

En algunos casos, puede haber incluso un transporte de los gases no condensados procedentes del condensador

hacia el flujo líquido que comprende carbamato a la salida de la columna. Esto hace aún más problemático el funcionamiento de la bomba citada para el reciclaje de dicho flujo líquido que comprende carbamato hacia la sección de síntesis de urea.

5 En vista de los inconvenientes mencionados anteriormente, el proceso de recuperación de amoníaco y los aparatos relacionados considerados anteriormente también tienen un uso poco flexible.

10 En efecto, para reducir tanto como sea posible el transporte de los gases no condensados en la solución de carbamato a la salida de la columna no es posible aumentar la temperatura de los gases no condensados a la entrada de la columna y, por consiguiente, la temperatura de la solución de carbamato que se va a reciclar hacia la sección de síntesis, no siendo, por tanto, esta temperatura superior a 80-85 °C.

15 El problema técnico que subyace en la presente invención es el de proporcionar un proceso y una planta relacionada para la producción de urea que supere los inconvenientes anteriormente mencionados relativos a la destilación de rectificación de un flujo gaseoso procedente de las unidades de descomposición de carbamato de presión media.

Sumario de la invención

20 Dicho problema se resuelve de acuerdo con la presente invención mediante un proceso de producción de urea según lo expuesto en la reivindicación 1 anexa.

La presente invención también se refiere a una planta para llevar a cabo el proceso anteriormente mencionado según lo expuesto en la reivindicación 9 anexa.

25 Las características y las ventajas de la presente invención se aclararán mejor a partir de la siguiente descripción de algunas realizaciones preferidas realizadas con referencia a las figuras anexas y proporcionadas con fin indicativo y no limitante.

Breve descripción de las figuras

30 En las figuras:

- la Figura 1 ilustra esquemáticamente una parte de una planta de urea convencional para la destilación de rectificación de un flujo gaseoso procedente de las unidades de descomposición de carbamato que funcionan a media presión de una planta de producción de urea,

35 - la Figura 2 ilustra esquemáticamente una parte de una planta de urea de acuerdo con una realización de la invención para la destilación de rectificación de un flujo gaseoso procedente de las unidades de descomposición de carbamato que funcionan a media presión de una planta de producción de urea,

40 - la Figura 3 ilustra esquemáticamente una parte de una planta de urea de acuerdo con otra realización de la invención para la destilación de rectificación de un flujo gaseoso procedente de las unidades de descomposición de carbamato que funcionan a media presión de una planta de producción de urea.

Descripción detallada

45 Para simplificar la descripción de la presente invención, en las figuras, solo se muestra una parte de una planta de urea y, en particular, se muestran esquemáticamente los aparatos usados para la destilación de rectificación de los flujos gaseosos procedentes de unidades de descomposición de carbamato que funcionan a presión media, no siendo el resto de la planta de urea significativa para la comprensión de la presente invención.

50 Con referencia a la Figura 1, una planta de urea convencional, indicada globalmente con 1, comprende un condensador 2, una columna de recuperación de amoníaco 3 y un depósito 4 que contiene una solución de carbonato de reciclaje.

55 La línea de flujo 5 indica un flujo gaseoso que comprende amoníaco, dióxido de carbono, vapor y gases inertes procedentes de una unidad de descomposición de carbamato que funciona a presión media (aproximadamente 1.700-2.000 kPa [17-20 bar]).

60 Dicho flujo gaseoso 5 se combina con un flujo líquido 6 de una solución de carbonato procedente del depósito 4 a través de una bomba 7.

La línea de flujo 8 representa un flujo líquido/gaseoso mixto obtenido de la mezcla del flujo líquido 6 que consiste en la solución de carbonato anteriormente mencionada con el flujo gaseoso 5 que comprende amoníaco, dióxido de carbono, vapor y gases inertes.

El flujo líquido/gaseoso mixto 8, que normalmente tendrá una presión de aproximadamente 1.700-2.000 kPa (17-20 bar), se envía al condensador 2, donde la mayor parte del dióxido de carbono, amoníaco y vapor de agua contenida originalmente en el flujo gaseoso 5 se condensa para formar una solución de carbamato.

5 La línea de flujo 9 representa un flujo de dicha solución de carbamato a la salida del condensador 2 que todavía contiene una cierta cantidad de gases no condensados que comprenden amoníaco, dióxido de carbono, vapor y gases inertes.

10 La solución de carbamato 9 mezclada con los gases no condensados se envía a la columna de recuperación de amoníaco 3.

15 La columna 3, en condiciones normales de funcionamiento, contiene un nivel predeterminado de líquido de lavado 10, que consiste en la propia solución de carbamato, en la que el flujo 9 que consiste en la solución de carbamato mezclada con los gases no condensados procedentes del condensador 2 se hace a fluir a través de un conducto descendente 11.

20 En particular, la tecnología convencional establece que el conducto descendente 11 termina inferiormente con un distribuidor 11a sumergido en el líquido de lavado 10 a través del cual la solución de carbamato 9 mezclada con los gases no condensados se pulveriza en el líquido de lavado 10.

De este modo, el líquido de lavado 10 es atravesado constantemente desde la parte inferior hacia la parte superior por burbujas de gas, siendo así aireado.

25 El funcionamiento de la columna 3 consiste en absorber sustancialmente el dióxido de carbono no condensado procedente del condensador 2 de los gases no condensados restantes, en particular del amoníaco.

30 En este sentido, el dióxido de carbono no condensado se absorbe sustancialmente en el líquido de lavado 10 dentro de la columna 3 a través de la mezcla del flujo 9, que consiste en la solución de carbamato y los gases no condensados, con dicho líquido 10 y con un flujo 12 de amoníaco líquido (a 40-45 °C) a la entrada de la columna 3 por encima de una pluralidad de placas 13 dispuestas normalmente a diferentes alturas de la columna 3.

35 En particular, el flujo 12 de amoníaco, que tiene una temperatura inferior a la temperatura de funcionamiento de la columna 3, permite el enfriamiento del líquido de lavado 10, potenciando así la absorción en dicho líquido 10 del dióxido de carbono introducido en la columna 3 con los gases no condensados.

40 Los gases no condensados restantes, incluyendo el amoníaco que se va a recuperar, mezclados con el líquido de lavado 10, se elevan en la columna 3 llegando a las placas 13 a través de las que son lavados por gotitas de líquido, posiblemente, transportadas en suspensión.

45 Dado que siempre es posible que los gases no condensados que aumentan en la columna 3 puedan contener una cierta cantidad de dióxido de carbono no absorbida en el líquido de lavado 10, normalmente se proporciona un flujo 14 de un segundo líquido de lavado que consiste en amoníaco en solución acuosa, normalmente procedente de la sección de lavado de los gases inertes de la planta de producción de urea, a la entrada de la columna 3, a la altura de las placas intermedias 13.

50 De este modo, las placas 13 inferiores se liberan sustancialmente de las posibles incrustaciones de carbamato que se podrían formar mediante la reacción entre el dióxido de carbono contenido en el flujo de gases no condensados que ascienden en la columna 3 y el amoníaco del flujo 12 que desciende en la columna 3.

55 Al final del tratamiento de la columna 3, se obtienen, por un lado, un flujo gaseoso 15 que procede superiormente de la columna y que comprende amoníaco, gases inertes, pero esencialmente sin dióxido de carbono y, por el otro lado, un flujo líquido 16 que procede inferiormente de la columna 3 que consiste en una solución acuosa que comprende carbamato.

El flujo gaseoso 15 que contiene el amoníaco recuperado se recicla en condensadores adecuados para la condensación del amoníaco, mientras que el flujo líquido 16 se recicla a través de una bomba 17 directamente a la sección de síntesis de la planta de producción de urea.

60 Con referencia a la Figura 2, se indica una planta de urea de acuerdo con una realización de la invención globalmente con 20. En la Figura 2, para los elementos estructurales que son idénticos o equivalentes desde el punto de vista funcional a los de la planta de urea convencional de la Figura 1 descrita anteriormente, se atribuirán los mismos números de referencia, y no se describirán más.

La planta de urea 20 comprende un condensador 2, una columna de recuperación de amoníaco 23 y un depósito 4 que contiene una solución de carbonato diluida.

5 De acuerdo con la presente invención, la columna 23 está rellena en una parte inferior de la misma 23a de altura predeterminada con un material de relleno convencional capaz de ofrecer una gran superficie de contacto (por ejemplo, anillos Pall o Raschig).

10 Por otra parte, se carga superiormente un flujo 6 de solución de carbonato procedente del depósito 4 a la parte rellena 23a de la columna 23 a través de un distribuidor de pulverización/inyección 26.

15 La solución de carbonato mencionada atraviesa la parte rellena 23a de la columna donde entra en contacto con un flujo gaseoso que comprende amoníaco y dióxido de carbono, para la absorción de dióxido de carbono de la manera que se describirá a continuación, obteniéndose una primera solución de carbamato. Dicha primera solución de carbamato se mantiene a un nivel constante de líquido 10, por debajo de la parte rellena 23a, y su exceso constituye un flujo 27 que sale de la parte inferior de la columna 23.

20 Dicho flujo 27 que sale de la columna 23, a través de una bomba 28, se combina con un flujo gaseoso 5 procedente de unidades de descomposición de carbamato de una planta de producción de urea que funciona a alta presión. El flujo gaseoso 5 comprende amoníaco, dióxido de carbono, vapor y gases inertes. La línea de flujo 29 representa la mezcla de líquido/gas resultante de la mezcla del flujo líquido 27 procedente de la columna 23 y del flujo gaseoso 5 procedente de las unidades de descomposición de carbamato que funcionan a alta presión.

25 Dicha mezcla 29 se carga en el condensador 2, donde la mayor parte del dióxido de carbono, amoníaco y vapor contenida originalmente en el flujo gaseoso 5 se condensa para formar una segunda solución de carbamato en la que la concentración de carbamato será superior.

30 La línea de flujo 30 representa la segunda solución de carbamato anteriormente mencionada mezclada con los gases no condensados a la salida del condensador 2. De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, dicha segunda solución 30 de carbamato mezclada con los gases no condensados se carga en un separador 24 en lugar de directamente a la columna de recuperación de amoníaco 23.

35 En el separador 24, la solución de carbamato se separa de los gases no condensados. A la salida del separador 24, habrá, por tanto, un flujo líquido 31 que consistirá en la solución de carbamato anteriormente mencionada sustancialmente sin gases no condensados y un flujo gaseoso 32 que comprenderá amoníaco no condensado y dióxido de carbono no condensado.

40 El flujo líquido 31, a través de una bomba 17, se recicla a la sección de síntesis de urea, mientras que el flujo gaseoso 32 se envía a la columna de recuperación de amoníaco 23.

45 De acuerdo con la presente invención, la carga en la columna 23 se realiza por medio de un conducto descendente 11 que pasa a través de la parte rellena 23a de la columna 23.

50 El conducto descendente 11 también termina con un distribuidor (no mostrado) del flujo gaseoso 32 por encima del nivel de líquido 10 dentro de la columna 23.

55 De este modo, los gases no condensados cargados en la columna 23 se elevarán lo largo de la misma, pasando a través de la parte rellena 23a, donde pueden ser lavados eficazmente por la solución de carbamato diluida procedente del depósito 4 y por el flujo 12 de amoníaco líquido que desciende desde la parte superior de la columna 23.

60 Dicho lavado permite ventajosamente la absorción de sustancialmente todo el dióxido de carbono en la solución de carbamato diluida. Por lo tanto, el gas que sale del extremo superior de la parte rellena 23a comprenderá principalmente amoníaco y estará sustancialmente sin dióxido de carbono.

65 Dicho gas, tras el lavado adicional en las placas 13 de la columna 23, sale hacia la parte superior desde la columna 23 a lo largo de la línea de flujo 15 y se recupera en condensadores adecuados.

70 El proceso descrito anteriormente tiene numerosas ventajas con respecto a los procesos conocidos correspondientes.

75 La principal ventaja del proceso de acuerdo con la invención radica en la alta eficacia de la absorción del dióxido de carbono en la solución de carbonato. Esto se consigue gracias al hecho de que el lavado se lleva a cabo directamente en los gases no condensados en una parte rellena de la columna de recuperación con un flujo a contracorriente de una solución de carbonato. En virtud de la gran superficie para el contacto/intercambio del

líquido/gas ofrecida por la parte rellena de la columna 3 y el alto contenido de agua de la solución de carbonato, la posibilidad de que el dióxido de carbono de los gases no condensados se transporte en la parte superior de la columna, es decir, por encima de la parte rellena, prácticamente se anula incluso en condiciones de sobrecarga del flujo gaseoso procedente de la unidad de descomposición de carbamato de alta presión.

5 Ventajosamente, en el proceso de acuerdo con la invención, también se reduce fuertemente el transporte de líquido en la fase gaseosa que asciende en la columna, ya que los gases no condensados se cargan en la columna sin la fase líquida que los acompaña a través de un separador entre el condensador y la columna de recuperación.

10 Por otra parte, cabe señalar que, en la columna de recuperación proporcionada en el proceso de acuerdo con la invención, no hay formación de burbujas de gas en una fase líquida. Esto hace ventajosamente que el nivel de líquido dentro de la columna de recuperación sea estable y más fácil de medir, y potencia el correcto funcionamiento de las bombas que funcionan a alta presión para el reciclaje del carbamato en solución acuosa.

15 La planta de urea 20 proporcionada para el proceso de acuerdo con la invención también tiene un uso más flexible con respecto a los correspondientes aparatos convencionales. De hecho, durante las transiciones y, sobre todo, en la etapa de puesta en marcha de la planta de urea o en el caso del aumento de la temperatura a la salida del condensador, el aumento correspondiente de dióxido de carbono en los gases no condensados se absorbe eficazmente en la columna de recuperación.

20 Por consiguiente, el carbamato en fase líquida a la salida del separador tendrá una temperatura superior (de hasta 100-105 °C), y esto permite ventajosamente a la sección de síntesis de urea realizar una recuperación significativa de calor.

25 Una ventaja adicional del proceso de acuerdo con la invención radica en el hecho de que se presta particularmente a ser implementado en las plantas de producción de urea preexistentes. En particular, se puede llevar a cabo la modernización de estas plantas para implementar el proceso anteriormente mencionado a un coste razonable, ya que las intervenciones que se realizarán en las columnas de recuperación solo se refieren a su interior (relleno, reconfiguración de los conductos y distribuidores preexistentes) y no implican ninguna modificación en las costosas cubiertas resistentes a la presión de dichas columnas.

30 Por otra parte, la adición de una bomba y del separador con respecto a una planta convencional solo afecta ligeramente al coste global de la planta o de la intervención sobre la planta existente.

35 Ahora, con referencia a la Figura 3, una planta de urea de acuerdo con otra realización de la invención se indica en conjunto con 40. En la Figura 3, los elementos estructurales que son idénticos o equivalentes desde el punto de vista funcional a los de la planta de urea 20 ya descrita anteriormente con referencia a la Figura 2 recibirán los mismos números de referencia y no se describirán más.

40 De acuerdo con dicha realización de la invención, la planta de urea 40 comprende una nueva columna 42 que, con respecto a la columna 23 de la planta de urea 20, se estructura de manera que tiene un separador de líquido/gas 43 en una parte inferior de la misma, debajo de la parte rellena 23a.

45 De este modo, el flujo 30 de solución de carbamato junto con los gases no condensados a la salida del condensador se puede cargar directamente en la columna 42, en el separador 43. Así se evita la necesidad de un separador de líquido/gas fuera de la columna.

50 Por lo tanto, desde el separador 43, por un lado, se obtiene un flujo 31 de solución de carbamato que sale de la parte inferior de la columna 42 para luego reciclarlo hacia la sección de síntesis y, por otro lado, se obtiene un flujo de gases no condensados que ascienden en la columna.

55 Preferentemente, el separador 43 termina en la parte superior con una placa sustancialmente en forma de chimenea 44 desde la que se carga el flujo de los gases no condensados a la parte central de la columna hacia la parte rellena 23a. Aquí se lavan los gases no condensados, para la absorción del dióxido de carbono, con un flujo descendente 6 de una solución de carbonato procedente del depósito 4 de la manera ya descrita anteriormente para el aparato 20.

60 El líquido de lavado que desciende de la parte rellena 23a se recoge en la parte inferior de la placa en forma de chimenea 44 de acuerdo con un nivel predeterminado, y sale de la columna 42 a lo largo de la línea de flujo 27 para luego mezclarse, con la ayuda de una bomba 28, con un flujo gaseoso 5 procedente de unidades de descomposición de carbamato que funcionan a presión media.

La planta de urea 40 de acuerdo con la invención tiene sustancialmente las mismas ventajas que la planta de urea 20 ya descrita anteriormente.

Además, el suministro de un separador de líquido/gas integrado en la columna implica una reducción significativa de los costes globales de inversión para la fabricación de una planta de producción de urea.

REIVINDICACIONES

1. Proceso de producción de urea del tipo que comprende las etapas de:

- 5 - llevar a cabo una reacción entre amoníaco y dióxido de carbono en un reactor de alta presión para obtener una mezcla de reacción que comprende urea, carbamato y amoníaco sin reaccionar en solución acuosa;
- someter dicha mezcla de reacción a un tratamiento de separación autotérmico en una unidad de descomposición del carbamato, obteniéndose un primer flujo gaseoso que comprende amoníaco y dióxido de carbono y un primer flujo líquido que comprende urea y carbamato residual en solución acuosa;
- 10 - reciclar dicho primer flujo gaseoso que comprende amoníaco y dióxido de carbono hacia dicho reactor;
- someter dicho primer flujo líquido a un tratamiento de separación en al menos una unidad de descomposición de carbamato que funciona a presión media de una sección de recuperación de urea, obteniéndose un segundo flujo gaseoso (5) que comprende amoníaco y dióxido de carbono y un segundo flujo líquido que comprende urea;
- 15 **caracterizado por que** también comprende las siguientes etapas:
- llevar a cabo una condensación parcial de dicho segundo flujo gaseoso (5) que comprende amoníaco y dióxido de carbono en un condensador (2) para dar un flujo líquido/gaseoso mixto (30) que consiste en una solución de carbamato y gases no condensados que comprenden amoníaco y dióxido de carbono;
- 20 - separar dicho flujo líquido/gaseoso mixto (30) en un separador (24, 23) para dar un tercer flujo líquido (31) que consiste sustancialmente en carbamato en solución acuosa, y un tercer flujo gaseoso (32) que consiste en dichos gases no condensados;
- lavar dicho tercer flujo gaseoso (32) que consiste en dichos gases no condensados en una columna (23, 42) que tiene una parte rellena (23a), llevándose a cabo dicho lavado en dicha parte rellena (23a) a contracorriente con un flujo (6) de una solución de carbonato, obteniéndose un cuarto flujo gaseoso (15) que consiste
- 25 esencialmente en amoníaco, y un cuarto flujo líquido (27) que comprende una solución de carbamato en la que se ha absorbido el dióxido de carbono contenido en dichos gases no condensados.

2. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dichos gases no condensados de dicho tercer flujo (32) se cargan por debajo de dicha parte rellena (23a) de la columna (23, 42), y dicha solución de carbonato de lavado se carga en la columna (23, 42) por encima de dicha parte rellena (23a).

30

3. Proceso de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** dicho separador (24) está fuera de la columna (23, 42), y dicha carga de los gases sin reaccionar se lleva a cabo a través de un conducto (11) que atraviesa dicha parte rellena (23) y termina por encima de un líquido (10) mantenido a un nivel sustancialmente constante en dicha columna (23, 42).

35

4. Proceso de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** dicho separador (43) está formado dentro de dicha columna (23, 42) por debajo de dicha parte rellena (23a) y termina en la parte superior con una placa con forma sustancialmente de chimenea (44).

40

5. Proceso de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** dicha carga de los gases sin reaccionar se lleva a cabo mediante dicha placa con forma de chimenea (44) sobre un líquido (10) mantenido a un nivel sustancialmente constante que se recoge en la parte inferior de dicha placa (24).

45

6. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, **caracterizado por que** dicho líquido (10) consiste en una parte de la solución de carbamato de dicho cuarto flujo en la que se ha absorbido el dióxido de carbono contenido en dichos gases sin condensar.

50

7. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende la etapa de combinar dicho cuarto flujo (27) que comprende una solución de carbamato en la que se ha absorbido el dióxido de carbono contenido en dichos gases no condensados con dicho segundo flujo gaseoso (5) que comprende amoníaco y dióxido de carbono procedente de las unidades de descomposición de carbamato que funcionan a presión media.

55

8. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende la etapa de reciclar dicho tercer flujo (31) que consiste sustancialmente en carbamato en solución acuosa a la salida de dicho separador (24, 43) hacia la sección de síntesis de la planta de urea.

60

9. Planta (20, 40) para la producción de urea que comprende:

- un reactor de síntesis de urea que funciona a alta presión para llevar a cabo la reacción entre el amoníaco y el dióxido de carbono, obteniéndose una mezcla de reacción que comprende urea, carbamato y amoníaco sin reaccionar en solución acuosa;
- una unidad de descomposición de carbamato que funciona a alta presión para llevar a cabo un tratamiento

de separación autotérmico en dicha mezcla de reacción, obteniéndose un primer flujo gaseoso que comprende amoníaco y dióxido de carbono, y un primer flujo líquido que comprende urea y carbamato residual en solución acuosa;

- 5 - medios de reciclaje de dicho primer flujo gaseoso que comprende amoníaco y dióxido de carbono hacia dicho reactor;
- al menos una unidad de descomposición de carbamato que funciona a presión media para someter dicho primer flujo líquido a un tratamiento de separación, obteniéndose un segundo flujo gaseoso (5) que comprende amoníaco y dióxido de carbono, y un segundo flujo líquido que comprende urea;

caracterizado por que comprende:

- 10 - un condensador (2) para la condensación parcial de dicho segundo flujo gaseoso (5) para dar un flujo líquido/gaseoso mixto (30) que consiste en una solución de carbamato y gases no condensados que comprenden amoníaco y dióxido de carbono;
- un separador (24, 43) para llevar a cabo la separación de dicho flujo líquido/gaseoso mixto (30) en un separador (24, 43) para dar un tercer flujo líquido (31) que consiste sustancialmente en carbamato en solución acuosa y un tercer flujo gaseoso (32) que consiste en dichos gases no condensados;
- 15 - una columna (23, 42) que tiene una parte rellena (23a) para el lavado en su interior de dicho tercer flujo gaseoso (32) que consiste en dichos gases no condensados a contracorriente con un flujo (6) de una solución de carbonato, obteniéndose un cuarto flujo gaseoso (15) que consiste esencialmente en amoníaco, y un cuarto flujo líquido (27) que comprende solución de carbamato en la que se ha absorbido el dióxido de carbono contenido en dichos gases no condensados.

10. Planta de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizada por que** comprende:

- 25 - medios (26) para distribuir dicha solución de carbonato sobre dicha parte rellena (23a) de la columna (23, 42) y
- medios (11, 44) para cargar dicho tercer flujo gaseoso (32) que consiste en dichos gases no condensados por debajo de dicha parte rellena (23a) de la columna (23, 42).

30 11. Planta de acuerdo con la reivindicación 9 o la reivindicación 10, **caracterizada por que** dicho separador (24, 43) y dicho condensador (2) son dos aparatos distintos.

35 12. Planta de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizada por que** dicho separador (24) está formado fuera de dicha columna (23, 42), y dichos medios (11, 44) para cargar dicho tercer flujo gaseoso (32) comprenden un conducto (11) que atraviesa dicha parte rellena (23a).

40 13. Planta de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizada por que** dicho separador (43) está integrado en dicha columna por debajo de dicha parte rellena (23a) y termina en la parte superior con una placa con forma sustancialmente de chimenea (44) desde la que dicho tercer flujo gaseoso (32) que consiste en dichos gases no condensados se carga por debajo de dicha parte rellena (23a) de la columna (23, 42).

45 14. Planta de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 9 a 13, **caracterizada por que** comprende:

- 50 - medios (28) para combinar dicho cuarto flujo (27) a la salida de la columna (23, 42) y que comprende una solución de carbamato en la que se ha absorbido el dióxido de carbono contenido en dichos gases no condensados con dicho segundo flujo gaseoso (5) que comprende amoníaco y dióxido de carbono procedente de las unidades de descomposición de carbamato que funcionan a media presión; y
- medios (17) para reciclar dicho tercer flujo líquido (31) que consiste sustancialmente en carbamato en solución acuosa a la salida de dicho separador (24, 43) hacia la sección de síntesis de la plata de urea.

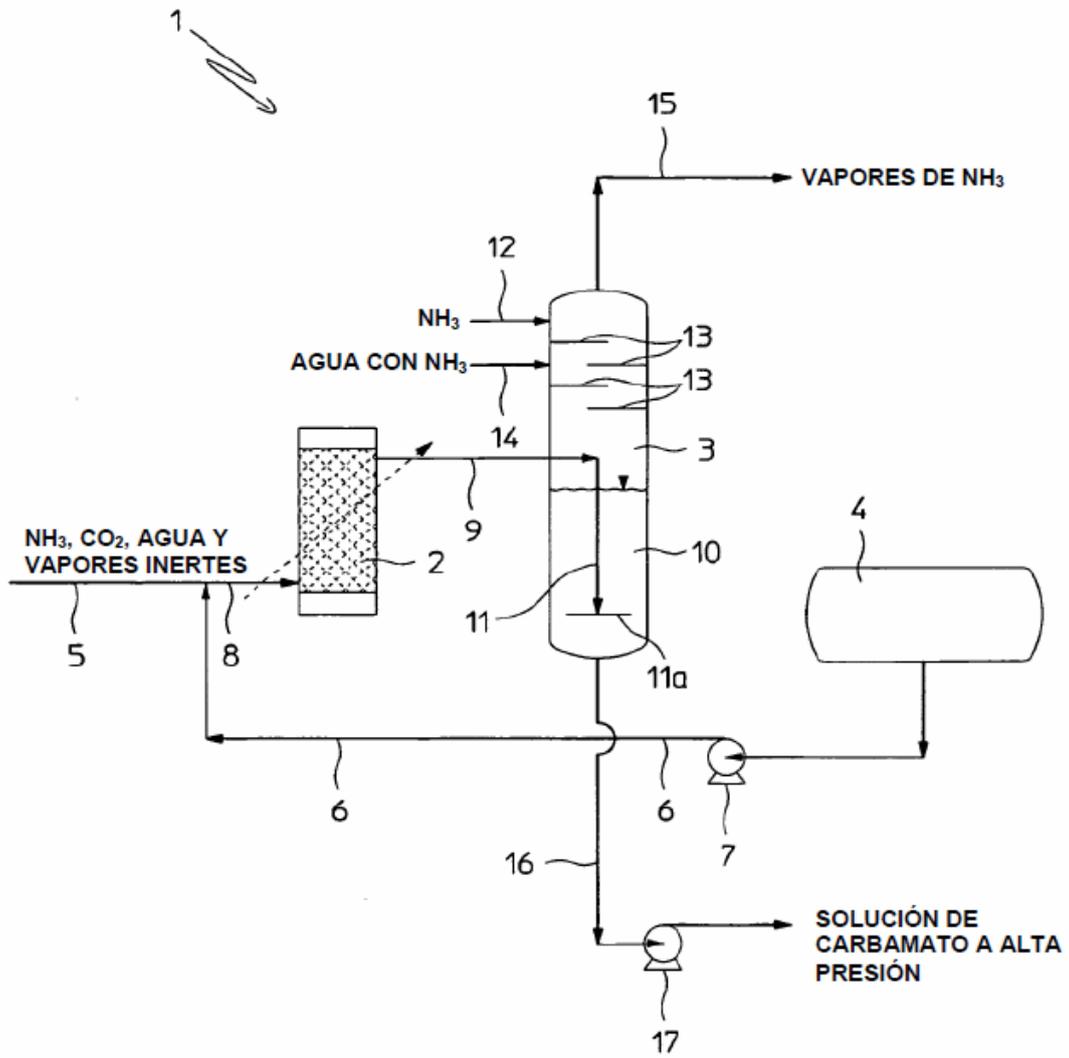


Fig. 1

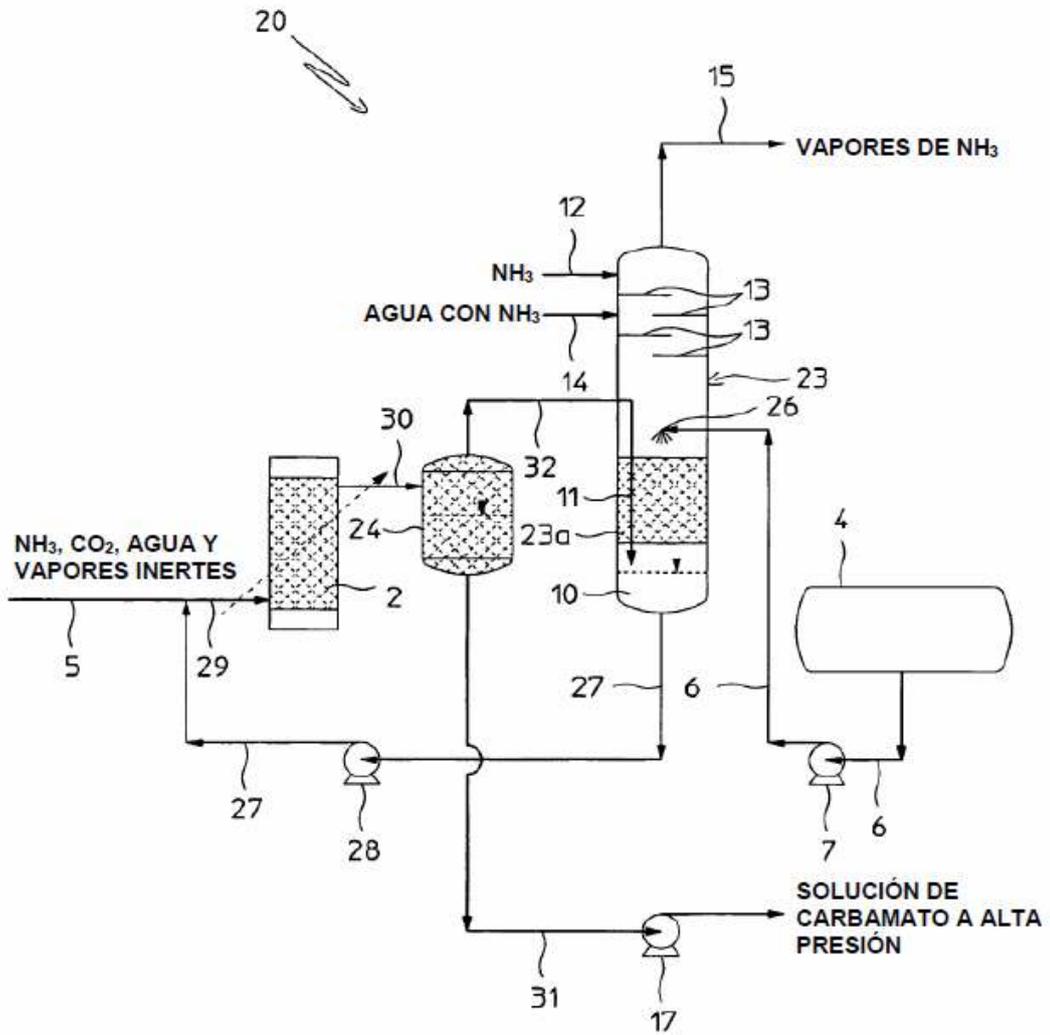


Fig. 2

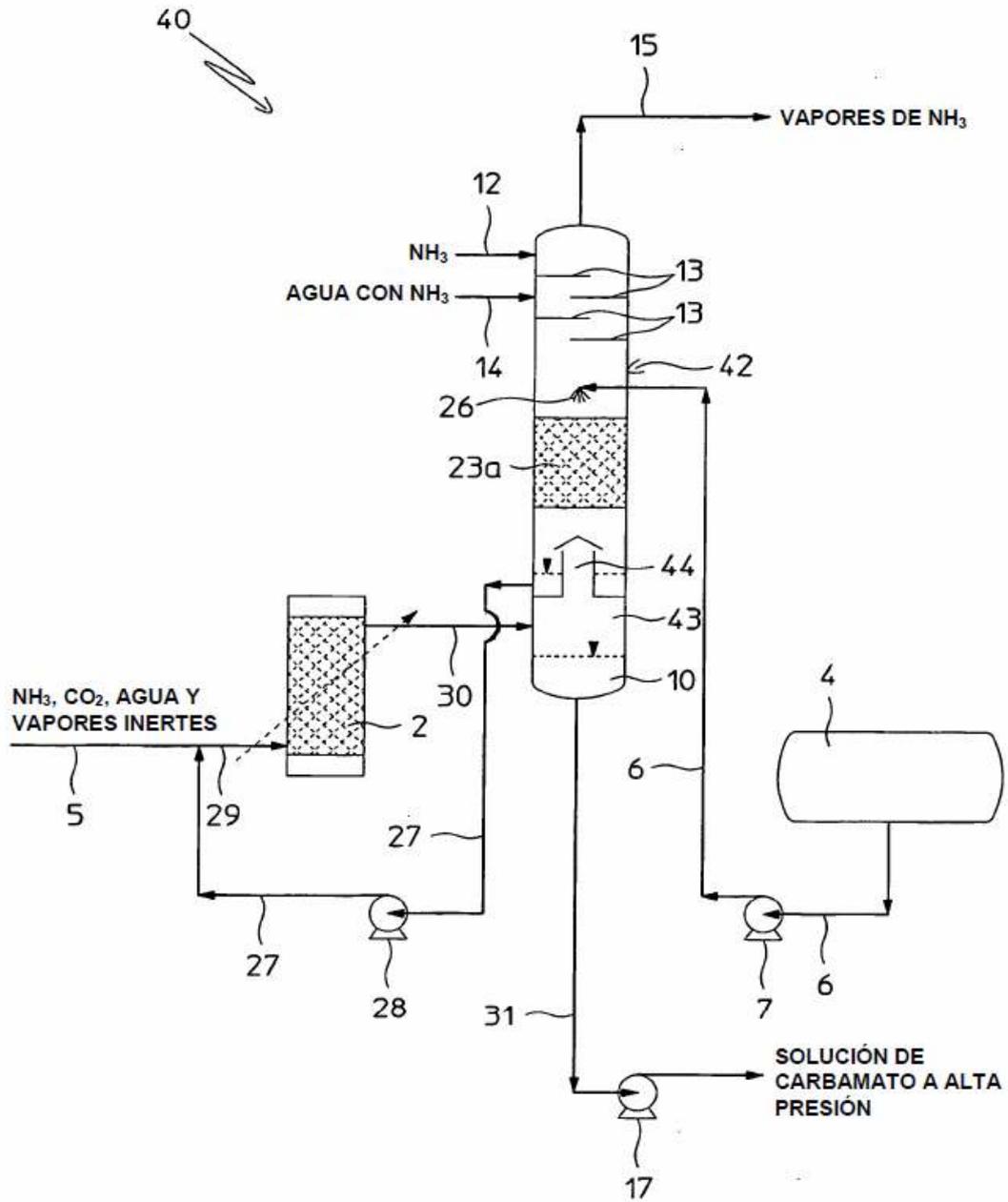


Fig. 3