



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 290 119**

51 Int. Cl.:
C01B 21/26 (2006.01)
C01B 21/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01917053 .9**
86 Fecha de presentación : **02.03.2001**
87 Número de publicación de la solicitud: **1261548**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **04.12.2002**

54 Título: **Procedimiento para la preparación de ácido nítrico.**

30 Prioridad: **10.03.2000 DE 100 11 335**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.02.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.02.2008

73 Titular/es: **Uhde GmbH**
Friedrich-Uhde-Strasse 15
44141 Dortmund, DE

72 Inventor/es: **Maurer, Rainer**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 290 119 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).

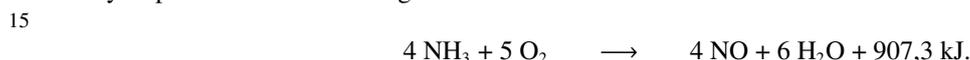
ES 2 290 119 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la preparación de ácido nítrico.

5 El presente invento se refiere a un procedimiento para la preparación de ácido nítrico, tal como se describe por ejemplo en el documento de solicitud de patente europea EP-A-0.945.400. En particular, se indica un procedimiento para la preparación de ácido nítrico según el procedimiento de una sola presión o según el procedimiento de dos presiones, en el que la combustión del amoníaco empleado se realiza mediante aire de proceso comprimido, y el gas nitroso, formado mediante la combustión, es absorbido por lo menos parcialmente por agua, con lo cual se forma
10 el ácido nítrico, y el gas residual no absorbido se descomprime desde la segunda presión hasta la presión del medio ambiente con el fin de obtener trabajo para el compresor en un expansor de gases residuales.

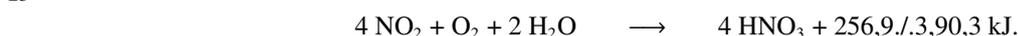
Para la preparación del ácido nítrico, en primer lugar el amoníaco NH_3 se hace reaccionar de un modo reactivo con aire y se produce óxido de nitrógeno NO:



El óxido de nitrógeno NO que resulta de este modo, es luego oxidado para formar dióxido de nitrógeno:



Finalmente, el dióxido de nitrógeno NO_2 así obtenido, es absorbido en agua y se forma el ácido nítrico:



Para que sea absorbida por el agua la mayor cantidad posible del dióxido de nitrógeno NO_2 obtenido, la absorción se efectúa a una presión elevada. Se absorbe preferiblemente a unas presiones comprendidas entre 4 y 14 bares.

El oxígeno, necesario para la conversión química del amoníaco empleado como material en bruto, se aporta en forma de oxígeno del aire. Para esto, el aire de proceso se comprime y se lleva a una presión, que está adaptada tanto a la reacción de oxidación como también a la reacción de absorción.

35 La energía para la compresión del aire se obtiene, por una parte, mediante descompresión del gas residual que sale de la absorción, hasta llegar a la presión del medio ambiente y, por otra parte, mediante el aprovechamiento de los calores que se liberan en las reacciones.

40 Las instalaciones para la producción de ácido nítrico, construidas en diferentes formas de realización, están adaptadas a los requisitos especiales de su respectivo sitio de ubicación.

Las instalaciones para la producción de ácido nítrico en una sola cadena se construyen usualmente con unas capacidades nominales comprendidas entre 100 y 1.000 toneladas de producción diaria de ácido nítrico. En el caso de duplicarse la parte de reacción, se pueden conseguir por consiguiente en una sola cadena hasta 2.000 toneladas de producción diaria.

Si la producción diaria solicitada es pequeña o un sitio de ubicación posee unos precios comparativamente bajos de la energía, entonces la instalación para la producción de ácido nítrico se ejecuta preferiblemente según el procedimiento de una sola presión alta. En el caso de este procedimiento, la combustión del amoníaco y la absorción de los óxidos de nitrógeno se llevan a cabo a una presión aproximadamente igual, de aproximadamente 10 bares.

Si se solicitan grandes capacidades nominales y/o concentraciones más altas del ácido, una instalación para la producción de ácido nítrico, ejecutada de acuerdo con el procedimiento de dos presiones, constituye la solución más rentable.

En el caso del procedimiento de dos presiones, la combustión del amoníaco empleado se efectúa a una primera presión y más baja - comparada con la presión de absorción -. Los gases nitrosos formados durante la combustión - que también se denominan gas nitroso -, se llevan después del enfriamiento, mediante una compresión del gas nitroso, hasta la segunda presión, la presión de absorción.

Las instalaciones anteriormente usuales, con una combustión a la presión normal y una absorción a una presión mediana, han sido relevados hoy en día por los más rentables procedimientos de una sola presión y de dos presiones. El ácido nítrico producido es denominado también ácido nítrico subazeótropo, puesto que en el caso de una destilación, eventualmente realizada a continuación, de uno de tales ácidos, a causa de la formación de un azeótropo se puede conseguir solamente una máxima concentración de ácido nítrico de 68%. Para superar este límite, se han expuesto en la bibliografía un gran número de procedimientos.

ES 2 290 119 T3

Con frecuencia, sin embargo, por parte de los consumidores del ácido nítrico se desean unas concentraciones del ácido de solamente un poco por encima de este 68%, por ejemplo en el caso de la utilización de ácido nítrico para la producción de ácido adípico, de caprolactama, de tolueno-diisocianato o de otras sustancias, en cuyos casos se efectúa una nitración mediante ácido nítrico. Por lo tanto, una necesidad de la industria, existente desde hace mucho tiempo, es tener a disposición un procedimiento rentable para la producción de ácido nítrico en el intervalo de 68 a 76%.

La misión del invento consiste, por lo tanto, en fortalecer los procedimientos, existentes y conocidos, de una sola presión y de dos presiones para la preparación de un ácido nítrico subazeótropo con medios sencillos y rentables, en el sentido de que con esto se pueda preparar un ácido nítrico en una concentración hasta de 76%.

El invento resuelve el problema planteado por esta misión mediante el recurso de que un aire de proceso, que es aportado al procedimiento desde el exterior, es reducido en cuanto a su contenido de vapor de agua, al ser desecado. El invento se basa en la idea de reducir al mínimo la introducción de agua en el sistema. En la introducción de agua participa considerablemente la introducción en forma de humedad a través del aire, que es introducido como aire de combustión y como aire de separación por arrastre en el desgasificador de HNO_3 . La desecación da lugar a que se introduzca menos humedad en el proceso global.

En otra forma de realización del invento, el aire de proceso, que se aporta a la combustión, es desecado.

En otra forma de realización del invento, el aire de separación por arrastre, designado también como aire secundario, que se utiliza para la separación por arrastre del ácido nítrico reducido a partir de los NO_2 y NO disueltos, es desecado.

En una forma de realización adicional del invento, el aire de separación por arrastre, designado también como aire secundario, separación por arrastre del ácido nítrico reducido a partir de los NO_2 y NO disueltos, es de nuevo desecado posteriormente, al ser lavado con un ácido nítrico de alta concentración.

Todas las formas de realización antes mencionadas utilizan la misma idea inventiva, de que el experto en la especialidad, al realizar la estructuración de la instalación o eventualmente en el caso de un remodelación eventual, debe decidir, con ayuda de puntos de vista de rentabilidad, en cada caso individual, hasta qué grado tiene que desarrollarse la desecación del aire, con el fin de conseguir el efecto deseado, y cuál de las corrientes de aire ha de ser desecada para esto. Los criterios técnicos que han de ser tomados en consideración para esto, son la carga del aire con vapor de agua, que es de esperar en el sitio de empleo del procedimiento, el grado de rendimiento del dispositivo de combustión de NH_3 con aire para dar un NO_x conforme al procedimiento que está planificado o ya se encuentra en funcionamiento, y el deseado grado de concentración del ácido nítrico que se ha de producir. Usualmente, alrededor de un 80% del aire de proceso empleado se usa para la combustión y aproximadamente un 20% se usa para la separación por arrastre, lo cual hace posible una subdivisión optimizada económicamente de la desecación de diferentes corrientes parciales del aire de proceso.

En otra forma de realización del invento, está previsto prever para la desecación un agua de refrigeración con una temperatura de 1°C a 20°C .

En otra forma de realización del invento, está previsto prever un líquido de refrigeración a una temperatura de -25°C a 5°C para la desecación.

La disposición del dispositivo de desecación para desecar las corrientes de aire de proceso se efectúa convenientemente detrás del compresor de aire, lo cual sin embargo no es indispensablemente necesario para el cumplimiento de la misión conforme al invento.

El invento se explica a continuación con más detalle mediante dos Ejemplos, cada uno con una figura:

La Figura 1 muestra un procedimiento de una sola presión con un evaporador de NH_3 1, un precalentador de NH_3 gaseoso 2, un filtro de NH_3 gaseoso 3, un mezclador de NH_3 y aire 4, y un filtro de aire 5, un compresor de aire 6, un desecador de aire conforme al invento 20, un quemador de NH_3 7 con una caldera La Mont de recuperación del calor perdido, un calentador de gases residuales 8, un refrigerante de gas 9, una torre de absorción 13, un desgasificador de HNO_3 14, un desecador posterior de aire 22, un precalentador de gases residuales 19, un reactor para NO_x 21, una turbina de descompresión de los gases residuales 15, un tambor para vapor 16, una turbina de vapor y de condensación 17 y un condensador 18.

El amoníaco líquido se suministra con una presión de aproximadamente 16 bares absolutos y con una temperatura de aproximadamente 25°C y se aporta al evaporador de NH_3 1. Éste está aproximadamente bajo una presión de evaporación de 14 bares absolutos, lo cual corresponde a una temperatura de evaporación de 36°C . En el evaporador de NH_3 1, que está cargado con vapor a baja presión, se evapora casi totalmente el amoníaco líquido a unas temperaturas variables. De este modo, la temperatura de evaporación sube de un modo dependiente del enriquecimiento con agua en el evaporador. La presión en el sistema de evaporador se puede ajustar por modificación de los niveles y de la cantidad o respectivamente de la presión del vapor a baja presión.

ES 2 290 119 T3

El amoníaco evaporado, después de haber pasado por un dispositivo separador de gotas, es calentado a 140°C en el precalentador de NH₃ gaseoso 2, calentado por vapor, y en el filtro de NH₃ gaseoso 3 se separan eventualmente los componentes sólidos que todavía están arrastrados.

5 El compresor del grupo turboalternador - que se compone de un compresor de aire 6, de una turbina de descompresión de los gases residuales 15 y de una turbina de vapor y de condensación 17 - aspira el aire de proceso 23 atmosférico húmedo, es decir cargado con vapor de agua, que se necesita para el proceso, a través del filtro de aire 5, y lo comprime hasta 12 bares absolutos con una temperatura de aproximadamente 250°C.

10 Esta corriente de aire es desecada conforme al invento, estando previsto en este ejemplo substraer en lo posible tanta cantidad de humedad para que se alcance una concentración de ácido nítrico de 76%. El desecador de aire 20 utilizado en el ejemplo, posee un intercambiador de calor de aire con aire, integrado, que enfría a aproximadamente 20 hasta 40°C al aire que afluye en el desecador de aire 20. Después de esto, el aire previamente refrigerado es enfriado a aproximadamente 1°C mediante agua fría en un refrigerante que actúa indirectamente, integrado en el desecador de aire 20, realizándose que la humedad arrastrada por el aire, como consecuencia del traspasamiento hacia valores inferiores de la temperatura de rocío del aire, precipita junto a las superficies del refrigerante, y de esta manera es separada del aire. De esta manera, el aire que sale del refrigerante posee una carga con agua disminuida en comparación con su estado de entrada; entonces el aire está desecado.

20 El aire desecado es conducido seguidamente junto a la cara que recoge calor del intercambiador de calor de aire con aire, integrado en el desecador de aire 20, en cuya cara el aire desecado es calentado de nuevo a 220°C.

Después de que el aire desecado y calentado ha sido sacado del desecador de aire 20, él es subdividido en dos corrientes de proceso (aire primario y secundario) 24 y 25.

25 El aire de proceso 24 (aire primario) y el amoníaco gaseoso se aportan al mezclador de NH₃ y aire 4. El contenido de amoníaco en el gas mixto es mantenido constante en aproximadamente 10,1% en volumen mediante un sistema de regulación de la relación. En el subsiguiente quemador de NH₃ 7, el amoníaco se oxida en presencia de un catalizador de Pt y Rh a una temperatura de 900°C, para formar óxido de nitrógeno. Los gases de combustión calientes se conducen a través de la caldera La Mont de recuperación del calor perdido, unida constructivamente con el quemador de NH₃ 7, y a través del calentador de gases residuales 8, en la/el que los calores de reacción, que resultan al realizar la oxidación para formar NO y NO₂, se aprovechan casi totalmente para la generación de vapor y como energía de propulsión (turbina de descompresión de gases residuales 15).

35 En el refrigerante de gas 9 se efectúa el enfriamiento con agua de refrigeración en circuito a aproximadamente 50°C, condensándose la mayor parte del agua de reacción procedente de la combustión y formándose un ácido nítrico con una concentración de aproximadamente 44 a 50% en peso.

40 Este aire es transportado por una bomba para condensado de ácido (no mostrada en la Figura 1) a la torre de absorción 13 hasta un plato perforado con una correspondiente concentración de ácido.

45 El aire de proceso 25 (aire secundario) es enfriado en un precalentador de gases residuales hasta aproximadamente 60°C hasta 80°C, cediendo él su calor al gas residual que sale de la torre de absorción 13. El aire de proceso 25 es utilizado en el desgasificador de HNO₃ 14, también designado como columna de blanqueo, para la separación por soplado de ácido en bruto, antes de que éste, cargado con un gas nitroso, sea añadido a la corriente gaseosa principal antes de la absorción. Antes de que él perciba y cumpla esta función en el desgasificador de HNO₃ 14, es lavado con un ácido nítrico producto en el desecador posterior de aire 22 conforme al invento, que está ejecutado en este ejemplo como lavador de HNO₃, y por consiguiente es desecado posteriormente.

50 Con una temperatura de aproximadamente 56°C el NO gaseoso remanente llega a la torre de absorción 13. Ésta está provista de platos perforados. La formación de ácido nítrico tiene lugar en contracorriente con NO gaseoso y con agua de proceso, que es cargada en el plato más superior. De un modo correspondiente al equilibrio entre NO₂ y HNO₃, la concentración de ácido disminuye en dirección hacia el extremo superior de la torre como consecuencia de una concentración decreciente de NO₂. El calor de reacción resultante y una parte del calor sensible se entregan a través de serpentines de refrigeración, que se encuentran sobre los platos perforados, al agua de refrigeración en circuito. Dependiendo de la concentración, el ácido se saca de los platos perforados 1°, 2° o bien 3° (contado desde abajo) de la torre de absorción 13.

60 El ácido en bruto retirado es transportado al desgasificador de HNO₃ 14, equipado con anillos de Pall y, en contracorriente con el aire de proceso 25 (aire secundario), es liberado de los óxidos de nitrógeno disueltos físicamente.

65 Una parte del ácido nítrico que abandona el desgasificador de HNO₃ 14, es un ácido nítrico terminado, y otra parte del mismo se usa para el lavado de aire secundario en el desecador posterior de aire 22. El ácido nítrico diluido de esta manera, o bien es añadido al condensado del refrigerante de gas 9 o es cargado directamente sobre un plato perforado de la torre de absorción 13 con la misma concentración.

ES 2 290 119 T3

Por la cabeza (parte superior) de la torre de absorción 13, es entregado el gas residual procedente de la absorción. Después de la absorción, el gas residual es calentado escalonadamente desde 25°C, y concretamente en el precalentador de gases residuales 19 en contracorriente con aire secundario y en el calentador de gases residuales 8 en contracorriente con NO gaseoso, hasta aproximadamente 350°C. Después de la desnitrógenación catalítica en el reactor para NO_x 21, aquél es descomprimido en la turbina de descompresión de gases residuales 15.

La Figura 2 muestra un procedimiento de dos presiones con un evaporador de NH₃ 1, un precalentador de NH₃ gaseoso 2, un filtro de NH₃ gaseoso 3, un mezclador de NH₃ y aire 4, un filtro de aire 5, un compresor de aire 6, un desecador de aire conforme al invento 20, un quemador de NH₃ 7 con una caldera La Mont de recuperación del calor perdido, un calentador de gases residuales 8, un refrigerante de gas 9, un compresor de NO 10, un calentador de gases residuales 11, un refrigerante de gas 12, una torre de absorción 13, un desgasificador de HNO₃ 14, un desecador posterior de aire 22, un precalentador de gases residuales 19, una turbina con descompresión de gases residuales, un tambor para vapor 16, una turbina de vapor y de condensación 17 y un condensador 18.

El amoníaco líquido es suministrado con una presión de aproximadamente 11 bares absolutos y con una temperatura de aproximadamente 25°C y es aportado al evaporador de NH₃ 1. Éste está situado aproximadamente bajo una presión de evaporación de 7,0 bares absolutos, lo cual corresponde a una temperatura de evaporación de 14°C. En el evaporador de NH₃ 1 cargado con agua de refrigeración de reflujo calentada, el amoníaco líquido es evaporado casi totalmente a unas temperaturas variables. En este caso, la temperatura de evaporación sube de un modo dependiente del enriquecimiento con agua en el evaporador. La presión en el sistema de evaporador se puede ajustar por modificación de los niveles y de las cantidades de agua de refrigeración.

El amoníaco evaporado, después de haber pasado por un dispositivo separador de gotas, es calentado a 80°C en el precalentador de NH₃ gaseoso 2, calentado con vapor, y en el filtro de NH₃ gaseoso 3 se separan los componentes sólidos que eventualmente todavía están arrastrados.

El compresor del grupo turboalternador - que se compone de un compresor de aire 6, de una turbina de descompresión de gases residuales 15 y de una turbina de vapor y de condensación 17 - aspira el aire de proceso 23 atmosférico húmedo, es decir cargado con vapor de agua, que se necesita para el proceso, a través del filtro de aire 5 y lo comprime hasta 5,6 bares absolutos con una temperatura de aproximadamente 254°C.

Esta corriente de aire es desecada conforme al invento, estando previsto en este ejemplo abstraer en lo posible tanta cantidad de humedad, que se alcance una concentración de ácido nítrico de 76%. El desecador de aire 20 utilizado en el ejemplo, posee un intercambiador de calor de aire con aire, integrado, que enfría a aproximadamente 20 hasta 40°C el aire que entra en el desecador de aire 20. Después de esto, el aire previamente refrigerado es enfriado a aproximadamente 1°C mediante agua fría en un refrigerante que actúa indirectamente, integrado en el desecador de aire 20, realizándose que la humedad arrastrada por el aire, como consecuencia del traspasamiento hacia valores inferiores de la temperatura de rocío del aire, precipita junto a las superficies del refrigerante, y es separada de esta manera con respecto del aire. De este modo, el aire que sale del refrigerante posee una carga con agua disminuida en comparación con su estado de entrada, y entonces el aire está desecado.

El aire desecado es conducido seguidamente junto a la cara que recoge calor del intercambiador de calor de aire con aire, integrado en el desecador de aire 20, en cuya cara el aire desecado es calentado de nuevo a 220°C.

Después de que el aire desecado y calentado ha sido sacado del desecador de aire 20, es subdividido en dos corrientes de aire de proceso (aire primario y secundario) 24 y 25.

El aire de proceso 24 (aire primario) y el amoníaco gaseoso se aportan al mezclador de NH₃ y aire. El contenido de amoníaco en el gas mixto es mantenido constante a aproximadamente 10,2% en volumen mediante un sistema de regulación de la relación. En el subsiguiente quemador de NH₃ 7, el amoníaco se oxida en presencia de un catalizador de Pt y Rh a una temperatura de 890°C para formar óxido de nitrógeno. El gas de combustión caliente es conducido a través de la caldera La Mont de recuperación del calor perdido, unida constructivamente con el quemador de NH₃ 7, y a través del calentador de gases residuales 8, en la/el que los calores de reacción, que resultan durante la oxidación para formar NO y NO₂, se aprovechan casi totalmente para la generación de vapor y como energía de propulsión (turbina con descompresión de gases residuales 15).

En el refrigerante de gas 9 se efectúa el enfriamiento con agua de refrigeración en circuito hasta aproximadamente 50°C, condensándose la mayor parte del agua de reacción procedente de la combustión y formándose un ácido nítrico con una concentración de aproximadamente 44 a 50% en peso. Este ácido es transportado por una bomba para condensado de ácido (no mostrada en la Figura 2) en la torre de absorción 13 hasta un plato perforado con una correspondiente concentración de ácido.

Después de esto, el gas de combustión enfriado procedente del compresor de NO 10, es comprimido adicionalmente hasta 11 bares, con lo que se calienta. El gas calentado es enfriado a 55°C en el calentador de gases residuales 11 y en el refrigerante de gas 12, formándose más cantidad de ácido nítrico, que es transportado asimismo en la torre de absorción 13 hasta un plato perforado con una correspondiente concentración de ácido.

ES 2 290 119 T3

El aire de proceso 25 (aire secundario) es enfriado a aproximadamente 60°C hasta 80°C en el precalentador de gases residuales 19, cediendo su calor al gas residual que sale de la torre de absorción 13. El aire de proceso 25 es utilizado en el desgasificador de HNO₃ 14, también designado como columna de blanqueo, para la separación por soplado del ácido bruto, antes de que éste, cargado con un gas nitroso, sea añadido a la corriente gaseosa principal antes de la absorción. Antes de que éste perciba y cumpla esta función en el desgasificador de HNO₃ 14, es lavado con un ácido nítrico producto en el desecador posterior de aire conforme al invento 22 - que en este ejemplo está ejecutado como lavador de HNO₃, y por consiguiente es desecado posteriormente.

Con una temperatura de aproximadamente 56°C, el NO gaseoso remanente llega a la torre de absorción 13. Ésta está provista de platos perforados. La formación de ácido nítrico tiene lugar en contracorriente con NO gaseoso y con agua de proceso, que es añadida al plato más superior. De modo correspondiente al equilibrio entre NO₂ y HNO₃ disminuye la concentración de ácido como consecuencia de una concentración decreciente de NO₂ en dirección hacia el extremo superior de la torre. El calor de reacción resultante y una parte del calor sensible se entregan al agua de refrigeración en circuito a través de serpentines de refrigeración, que se encuentran sobre los platos perforados. Dependiendo de la concentración, el ácido se retira desde los platos perforados 1º, 2º o respectivamente 3º (contado desde abajo) de la torre de absorción 13.

El ácido en bruto retirado se transporta al desgasificador de HNO₃ 14, equipado con anillos de Pall, y es liberado en contracorriente con el aire de proceso 25 (aire secundario) de los óxidos de nitrógeno disueltos físicamente.

Una parte del ácido nítrico que sale del desgasificador de HNO₃ 14 es un ácido nítrico terminado, otra parte del mismo se usa para el lavado del aire secundario en el desecador posterior de aire 22. El ácido nítrico diluido de esta manera, o bien es añadido al condensado del refrigerante de gas 9 o es cargado directamente en un plato perforado de la torre de absorción 13, sobre cuyo plato perforado reina la misma concentración.

Después de la absorción, el gas residual es calentado escalonadamente desde 25°C, y concretamente en el precalentador de gases residuales 19 en contracorriente con aire secundario, y en los calentadores de gases residuales 8 y 11 en contracorriente con NO gaseoso, hasta aproximadamente 350°C. Después de esto él es descomprimido en la turbina para gases residuales 15.

Lista de signos de referencia

- 1 evaporador de NH₃
- 2 precalentador de NH₃ gaseoso
- 3 filtro de NH₃ gaseoso
- 4 mezclador de NH₃ y aire
- 5 filtro de aire
- 6 compresor de aire
- 7 quemador de NH₃
- 8 calentador de gases residuales
- 9 refrigerante de gas
- 10 compresor de NO
- 11 calentador de gases residuales
- 12 refrigerante de gas
- 13 torre de absorción
- 14 desgasificador de HNO₃
- 15 turbina de descompresión de gases residuales
- 16 tambor de vapor
- 17 turbina de vapor y de condensación
- 18 condensador

ES 2 290 119 T3

- 19 precalentador de gases residuales
- 20 desecador de aire
- 5 21 reactor para NO_x
- 22 desecador posterior de aire
- 23 aire de proceso
- 10 24 aire de proceso (aire primario)
- 25 aire de proceso (aire secundario).

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 290 119 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para la preparación de ácido nítrico en el intervalo de concentraciones de 67 a 76% en peso, de acuerdo con el procedimiento de una sola presión o con el procedimiento de dos presiones, en el que la combustión del amoníaco empleado se realiza mediante aire de proceso comprimido, y el gas nitroso formado mediante la combustión es absorbido por lo menos parcialmente por agua, con lo que se forma el ácido nítrico,

caracterizado porque

10 el aire de proceso (23), que es aportado desde el exterior al procedimiento, es reducido en cuanto a su contenido de vapor de agua, al ser desecado.

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1,

15 **caracterizado** porque

el aire de proceso (24) aportado para la combustión del amoníaco empleado, es desecado.

20 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1,

caracterizado porque

25 el aire de proceso (25) utilizado para la separación por arrastre del ácido nítrico producido con respecto de los NO₂ y NO disueltos, es desecado.

4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3,

caracterizado porque

30 el aire de proceso (25) utilizado para la separación por arrastre del ácido nítrico producido con respecto de los NO₂ y NO disueltos, es desecado posteriormente mediante lavado con ácido nítrico.

5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4,

35 **caracterizado** porque

el agua separada al realizar la desecación se emplea como agua de proceso en el procedimiento.

40 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4,

caracterizado porque

45 la desecación del aire de proceso (23, 24, 25) se lleva a cabo en intercambio de calor con agua fría, que tiene una temperatura de 1°C a 20°C.

7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4,

caracterizado porque

50 la desecación del aire de proceso (23, 24, 25) se lleva a cabo en intercambio de calor con un líquido de refrigeración, que tiene una temperatura de -25°C a 5°C.

55

60

65

Fig. 2

