

Señor Director

DIRECCION DE NUEVAS CREACIONES

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-060689- -00004-0000

Fecha: 2016-01-18 16:38:35 Dep: 2020 DIR.NUEVASCR
Tra: 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act: 444 RESPULSTAREQUE Folios: 36

Trámite : 011
Evento : 378
Actuación : 523

Referencia : Expediente No. **14060689**
Asunto : Solicitud de patente para **"PRODUCCIÓN MEJORADA DE ÁCIDO"**
Solicitante : LINDE AKTIENGESELLSCHAFT
Fecha de solicitud : 20 de marzo de 2014

1. Yo, Luz Clemencia DE PÁEZ, en mi condición de apoderada de la sociedad solicitante de la patente de la referencia, me refiero al oficio No. **12286** notificado por fijación en lista el 20 de octubre de 2015.

2. Mediante oficio No. **12286** se puso en conocimiento del solicitante el informe que contiene las observaciones hechas por su Despacho sobre la presente solicitud de patente. Las observaciones realizadas en el oficio se refieren a la claridad de las reivindicaciones 1, 5, 9, 13, 19, 23, 27 y 30, a la falta de claridad y suficiencia de la descripción, la novedad y nivel inventivo de las reivindicaciones 1 a 3, 5 a 8 a 11, 13 a 16, 27 a 33 4, 12 y 22, 19 a 26, 1, 2 y 6. 19 en vista de las enseñanzas de los documentos D1: US 3'991.167 D2: US 5'151.258 y D3: US 4'200.616.

3. **Respuesta a las objeciones**

De este modo y con el objeto de atender las objeciones arriba mencionadas, se desea presentar las siguientes modificaciones, aclaraciones y argumentos:

"EXCELENCIA LEGAL EN UN MUNDO SIN FRONTERAS"

BOGOTÁ - Edificio Siski - Carrera 4 No. 72 - 35 - Tel. (57-1) 347 3611 - Fax (57-1) 211 8650 - Fax in U.S.A. (1-305) 675 7743 - COLOMBIA
MEDELLÍN - San Fernando Plaza - Carrera 43 A No. 1 - 50 - Torre Protección Oficina 652 - Tel. (57-4) 604 4794 Ext. 6729 / 6731 - Fax: (57-4) 604 4731- COLOMBIA

www.cavelier.com
cavelier@cavelier.com

3.1 Modificación de una solicitud en trámite

De acuerdo con el artículo 34 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, donde se establece que la modificación de una solicitud es posible en cualquier momento del trámite mientras no implique una ampliación de la solicitud inicial, me permito presentar un nuevo pliego reivindicatorio conformado por 6 reivindicaciones. En dicho nuevo pliego reivindicatorio se han realizado las siguientes modificaciones:

- Se ha modificado la reivindicación 1, en donde se especifica el tipo de contaminantes que se pretenden remover en el presente método reivindicado.
- Se ha incluido una nueva reivindicación 6, la cual es dependiente de la reivindicación 4 y por tanto, no amplía la materia a proteger en la presente solicitud.
- Se han eliminado las reivindicaciones dependientes 2, 3 y 7 puesto que la modificación realizada en la reivindicación 1 permitió la inclusión de las características técnicas que dichas reivindicaciones recitaban.
- Se ha modificado el capítulo descriptivo con el fin de convertir todas las unidades a las unidades del Sistema Internacional y en consecuencia, la objeción formulada al mismo se debe tener por superada.
- Se han eliminado las reivindicaciones 9 y 27 así como también todas las reivindicaciones dependientes de éstas.

Por lo anterior, las objeciones formuladas por el Examinador en cuanto a la claridad y concisión del pliego reivindicatorio y descriptivo se ven superadas. En consecuencia, se solicita atentamente tener en cuenta el nuevo pliego reivindicatorio y el nuevo capítulo descriptivo para el segundo análisis de patentabilidad.

3.2 Argumentos a favor de la falta de Novedad

El artículo 16 de la Decisión 486 señala lo siguiente:

“Artículo 16: *Una invención se considerará nueva cuando no esté comprendida en el estado de la técnica”.*

“El estado de la técnica comprenderá todo lo que haya sido accesible al público por una descripción escrita u oral, utilización, comercialización o cualquier otro medio antes de la fecha de presentación de la solicitud de patente, o en su caso, de la prioridad reconocida”.

La novedad de una invención se evalúa a través de la comparación uno a uno de sus características esenciales. De este modo, una invención puede ser objetada por novedad cuando sus características esenciales son exactamente iguales a las de un antecedente que represente el estado de la técnica conocido al momento de presentar la solicitud. Por lo tanto, en caso que llegue a existir al menos una diferencia en dicha comparación, se afirma que la invención SI cumple con el requisito de novedad.

Con base en lo anterior, respetuosamente manifestamos nuestro desacuerdo con el análisis llevado a cabo por el Examinador y con las conclusiones del mismo y solicitamos atentamente la reconsideración de las razones por las cuales se objeta la novedad, con base en la siguiente información:

- *Diferencias técnicas de la presente invención con respecto a D1:*

D1 enseña un método para reducir la concentración de óxidos de nitrógeno en los gases efluentes. Esos gases efluentes son oxidados para convertir los óxidos de nitrógeno en NO_2 y N_2O_3 y luego se pasan a través de una solución acuosa que contiene peróxido de hidrógeno de manera que se oxiden esas especies a ácido nítrico.

La oxidación en la primera etapa es llevada a cabo por un agente apropiado como oxígeno, ozono o ácido nítrico.

La cantidad de peróxido de hidrógeno introducido es suficiente para oxidar las especies a ácido nítrico sin necesidad de un exceso sustancial de peróxido de hidrógeno.

El efluente puede ser cualquier corriente efluente de gas pero es particularmente apropiado para efluentes de plantas de producción de ácido nítrico y otros procesos que usan o presentan ácido nítrico en su descarga. Generalmente la presión está entre 1 y 20 bares y entre -10°C y 40°C en el paso 2 del proceso.

D1 revela que la invención trabaja bien en cantidades reducidas de óxidos de nitrógeno contenidos en los efluentes de plantas de producción de ácido nítrico que contienen columnas

de absorción en sus etapas (ver columna 4, líneas 50 a 54). Los ejemplos 2 y 4 se refieren directamente al uso de columnas absorbentes en donde la corriente de gas, agua y peróxido de hidrógeno están en contacto entre ellas.

En resumen, D1 esencialmente muestra una alimentación de agua y peróxido de hidrógeno desde la parte superior de la columna que contiene la corriente de gas, la cual contiene especies contaminantes de óxidos de nitrógeno, es decir NO_2 y N_2O_3 .

En la presente invención, el tratamiento con ozono es adicionado a la columna de absorción de donde se recupera el ácido nítrico. El ozono se adiciona a la columna de absorción y entra en contacto con los óxidos de nitrógeno que serán oxidados mientras la corriente de gas va ascendiendo a través de la columna de absorción. Mientras tanto una corriente acuosa de agua fluye hacia abajo, es decir, en el sentido contrario al flujo de la corriente de gas y los óxidos de nitrógeno entran en contacto con el ozono entre los platos de la columna de absorción. El ácido nítrico se formará en la corriente hacia debajo de la columna de absorción y se unirá al ácido nítrico presente en el fondo, en la sección de blanqueamiento de la columna de absorción.

Por el contrario, el documento D1 requiere de dos pasos, primero el gas efluente es oxidado por el oxígeno, ozono o ácido nítrico para formar mezclas de NO_2 y N_2O_3 . Luego, los componentes oxidados se hacen pasar a través de una solución acuosa en donde el peróxido de hidrógeno se adiciona en cantidades suficientes que permita oxidar la mezcla de especies a ácido nítrico.

Por lo tanto, D1 es diferente en que no enseña ni sugiere la alimentación de ozono en la última etapa de la columna de absorción de multietapas. Como se especifica en la reivindicación 1 de la presente solicitud, el ozono se adiciona a la columna de adsorción y no peróxido de hidrógeno. Mientras que el ozono es utilizado en D1, éste se utiliza en un primer paso como agente oxidante para oxidar los óxidos de nitrógeno presentes en la corriente de gas y convertirlos particularmente en especies de óxido de nitrógeno. En la presente invención, el ozono se adiciona en la columna de absorción entrando en contacto con los óxidos de nitrógeno presentes en la corriente de gas de cola a partir del proceso de producción de ácido nítrico. En todas las etapas, la reacción del ozono con los óxidos de nitrógeno forman N_2O_5 en lugar de NO_2 y N_2O_3 .

- *Diferencias técnicas de la presente invención con respecto a D2:*

El documento D2 enseña un método para remover óxidos de nitrógeno a partir de efluentes gaseosos mediante adición de un agente de tratamiento químico a dicho efluente gaseoso. El efluente gaseoso es alimentado a una columna de absorción que contiene un licor acuoso, al cual se le adiciona peróxido de hidrógeno. Esta adición es periódica y es llevada a cabo generalmente antes de contactar el licor acuoso y el efluente gaseoso en la columna absorbente.

Como se puede observar, D2 discute qué otros compuestos aparte de peróxido de hidrógeno pueden ser utilizados, que puedan componer una fuente de oxígeno como el ozono.

También es importante resaltar que el efluente gaseoso en D2 proviene de una planta para procesar una disolución de un metal, en donde el ácido nítrico es usado como disolvente de metales.

Sin embargo, D2 no enseña ni sugiere todos y cada uno de los elementos contenidos en la reivindicación 1 de la presente invención. De hecho, no hay ninguna enseñanza en D2 de que el efluente gaseoso provenga a partir de una planta de producción de ácido nítrico. El efluente es en parte, usado a partir de del uso del ácido nítrico. De igual manera, tampoco hay enseñanzas de que la columna de absorción es una columna de absorción de múltiples etapas, ni que el agente de tratamiento químico, ozono, se introduce en la etapa final de la columna de absorción. D2 tampoco enseña ni discute que los óxidos de nitrógeno en la corriente del gas efluente son oxidados a la forma N_2O_5 .

Por tanto, los documentos D1 y D2 no anticipan como un todo las características técnicas esenciales del método para eliminar óxidos de nitrógeno acá reivindicado (i.e. etapas y condiciones) y en consecuencia, es claro que la objeción formulada por falta de novedad se debe tener por superada.

3.3 Argumentos a favor del nivel inventivo de la presente solicitud

Con el fin de demostrar que la presente solicitud cumple no sólo con el requerimiento de novedad sino también con el requerimiento de nivel inventivo, respetuosamente manifestamos nuestro desacuerdo con el análisis llevado a cabo por el Examinador y con las conclusiones del mismo y solicitamos atentamente la reconsideración de las razones por las cuales se decidió

negar la patente. Contrario a las afirmaciones del Examinador, la combinación de los documentos D1 y D2 no afecta el nivel inventivo por las siguientes razones:

3.3.1 Diferencias de los anticuerpos objeto de protección frente a las enseñanzas de D1 y D2:

Las diferencias técnicas en las características técnicas esenciales de la presente invención con respecto a los documentos D1 y D2 han sido previamente descritas en el ítem 3.2

Teniendo en cuenta que la reivindicación 19 no ha sido incluida en el nuevo pliego reivindicatorio, es claro que las objeciones formuladas a dicha reivindicación no resultan de recibo para el presente caso y por lo tanto, no haremos referencia a dicho documento.

3.3.2 Efecto asociado a dichas diferencias técnicas

Con respecto a la reivindicación 4, es ampliamente conocido en el estado de la técnica y por una persona versada en la materia que al tener un mayor número de platos en la columna de absorción se incrementa el área superficial y conlleva a una mayor oxidación de la fase de gas entre los platos, y el ozono se adiciona hasta una etapa final de la columna de absorción de multietapas. Por lo tanto, si bien un rango de 20 a 70 platos es útil y adecuado, no hay evidencia de enseñanza alguna que esta cantidad de platos sea apropiada en el ámbito de la presente invención a partir de los documentos citados por el examinador.

3.3.3 Problema técnico que soluciona la presente solicitud

De acuerdo con el Examinador, el problema planteado en la presente solicitud consiste en "¿cómo modificar el método conocido en D1 para aumentar el área superficial de contacto de líquidos con la fase gaseosa para absorber los gases en la fase acuosa y facilitar la remoción de contaminantes para hacerlo más eficiente?".

A este respecto, respetuosamente ponemos de presente que el problema planteado en la presente solicitud no es el señalado por el Examinador. Tal como se observa en la descripción de la presente solicitud, el problema que pretende solucionar la presente invención consiste en un método para integrar la oxidación basada en ozono dentro del sistema de absorción de ácido nítrico, que no sólo proporciona flexibilidad en reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno sin hacer cambios significativos en el proceso o modificaciones en el equipo, sino también permite que el productor de ácido nítrico se enfoque en la maximización de la producción con o sin enriquecimiento con oxígeno. Este problema técnico no es solucionado por ninguno de los documentos citados, toda vez que las composiciones divulgadas en D1 y D2 no presentan estos efectos. En consecuencia, es claro que las

composiciones objeto de protección en la presente solicitud no se derivan de forma obvia u evidente a partir de dichos documentos y que incluso empleando las enseñanzas de los mismos, no se vería resuelto el problema técnico acá planteado.

3.4 Conclusiones

- Todos y cada uno de los elementos de la invención reivindicada no están presentes en los documentos citados por el Examinador como arte previo (D1 y D2), por tanto ésta referencia del estado de la técnica no anticipa ni sugiere la presente invención.
- El problema que pretende solucionar la presente invención consiste en un método para integrar la oxidación basada en ozono dentro del sistema de absorción de ácido nítrico, que no sólo proporciona flexibilidad en reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno sin hacer cambios significativos en el proceso o modificaciones en el equipo, sino también permite que el productor de ácido nítrico se enfoque en la maximización de la producción con o sin enriquecimiento con oxígeno. Este problema técnico no es solucionado por ninguno de los documentos citados, toda vez que las composiciones divulgadas en D1 y D2 no presentan estos efectos.
- Considerando que el documento D2 no enseña ni sugiere que el gas efluente proviene de un proceso de producción de ácido nítrico, que la columna de absorción es una columna multietapas y tampoco que se adiciona ozono en la etapa final de la columna de absorción, no es posible para una persona versada en la materia derivar de manera obvia a partir de las enseñanzas de dicho documento D2 la presente invención.

Por todo lo anterior, consideramos que el Examinador está pasando por alto que una sola diferencia con respecto al estado de la técnica, permite concluir que el objeto reivindicado es nuevo. Además, está excluyendo el hecho de que el inventor en el momento de solucionar el problema técnico de la solicitud tuvo que emplear habilidad inventiva, pues la presente invención no resulta de la mera extrapolación de las enseñanzas del arte previo, como se afirma. Se está desconociendo el mérito investigativo empleado y que está aportando una ventaja al arte previo.

4. Puesto que se ha dado respuesta a todas las objeciones formuladas por el Examinador, se solicita atentamente proceder al otorgamiento de la solicitud de patente. En este sentido, respetuosamente recordamos al Examinador que la patente no podrá ser negada con base en objeciones diferentes a las expuestas en la acción oficial No. **12286**, toda vez que al no haber sido trasladadas a mi representada, dicha decisión violaría tanto el tenor literal del artículo 45 de la Decisión 486 como el derecho constitucional al debido proceso. En este evento, y con

base en el inciso 2 del artículo 45, respetuosamente solicitamos al Examinador expedir una nueva acción oficial que permita a mi representada contra argumentar las mismas o modificar la solicitud con el fin de cumplir los requisitos de patentabilidad.

5. Anexos

- Nuevo pliego reivindicatorio conformado por 6 reivindicaciones
- Nuevo capítulo descriptivo

Señor Director,

Luiz Clemencia de Paéz
LUZ CLEMENCIA DE PAEZ

C.C. 35.456.344 de Usaquén

T.P.A. No. 23.555

mem

COLO-13361-0841-0002-0
DPG\DPG\ID-285787\WPC13361
No. M-2016-285787\DPG

PRODUCCIÓN MEJORADA DE ÁCIDO NÍTRICO

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

- 5 [0001] Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud provisional Estadounidense Número de Serie 61/525,899 presentada el 22 de agosto, 2011.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 10 [0002] La invención proporciona menores emisiones de óxidos de nitrógeno a partir de corrientes de gas de cola en el proceso de producción de ácido nítrico con lo cual se mejora la fabricación de ácido nítrico.

- [0003] El ácido nítrico se fabrica generalmente mediante la oxidación a alta
15 temperatura de amoníaco sobre catalizador de metal noble con aire. La oxidación de amoníaco resulta principalmente en la formación de NO cuando la corriente del gas de proceso se enfría en el equipo de recuperación de calor. Durante el enfriamiento, cantidades sustanciales de NO se oxidan para formar NO₂ en la presencia de oxígeno en la corriente del gas de proceso mientras que también se condensa algo
20 de vapor de agua. Esta corriente de gas que contiene NO y NO₂ se pone en contacto con un medio acuoso en una forma contracorriente en múltiples etapas del equipo de absorción para formar una solución acuosa de ácido nítrico. Ocurren muchas reacciones en la fase de gas y líquido así como también durante enfriamiento, condensación y absorción en el equipo involucrado. La absorción de ácido nítrico es
25 un sistema de absorción práctico industrialmente más complejo. A medida que el gas del proceso fluye a través de múltiples etapas de contacto gas-líquido, la concentración de NO_x se agota de forma gradual. En las etapas finales, las concentraciones de NO_x en la corriente del gas de proceso son muy bajas,

normalmente menos de 0.5% por volumen y el medio de depuración es el agua de proceso (corriente de carga acuosa).

[0004] La temperatura, presión, y velocidades de gas- líquido son algunos de los
5 parámetros importantes que impactan en la absorción y los procesos en general
afectando de esta manera la fuerza de la solución de ácido nítrico producida y la
concentración final de NO_x en el gas de cola que se puede lograr. El gas de cola del
proceso de absorción, en plantas operadas a presiones mayores que la ambiente se
calienta y se recupera la energía de la corriente de gas presurizada en el expansor
10 turbo antes de escapar a la atmósfera.

[0005] Generalmente las plantas que operan a mayor presión de absorción tienden a
tener bajas emisiones. Con el aumento de las preocupaciones ambientales y
regulaciones más estrictas, las plantas construidas recientemente tienden a ser
15 clasificadas para operaciones a presiones mayores de 1300 Kilopascal de presión
manométrica, mientras que las plantas más antiguas, especialmente aquellas
construidas hace varias décadas se han diseñado para funcionar cercanas a presión
ambiente. En los países industrialmente desarrollados, se ha reducido la mayoría de
las plantas de producción de ácido nítrico que operan a presión ambiente debido a
20 emisiones de NO_x inherentemente superiores.

[0006] Generalmente, los límites permitidos a las emisiones de NO_x en el gas de cola
se definen en libras de emisiones de NO_x por tonelada de ácido producido. Aunque
algunas plantas más antiguas con presión más baja tienden a tener mayores
25 emisiones de NO_x , a menudo no se requiere que cumplan con los estándares más
recientes y más estrictos que se requieren para plantas instaladas recientemente.

[0007] Se presenta una serie de tecnologías y prácticas industriales para reducir las emisiones de NO_x de los gases de cola. Entre las más ampliamente sugeridas están la Reducción Catalítica Selectiva (SCR), Reducción No Catalítica Selectiva (SNCR), Reducción No Catalítica No Selectiva, depuración con solución alcalina para formar

5 nitrato/nitrito y extender la depuración acuosa a baja temperatura alrededor de 4° C en la columna de absorción. La selección y práctica del método de control de emisiones de NO_x puede variar de un caso a otro, dependiendo de los parámetros de operación del proceso de producción de ácido nítrico, los mandatos reguladores y el atractivo económico.

10

[0008] En años recientes, las plantas de producción de ácido nítrico modernas que operan a alta presión tienen sección de absorción extendida a temperatura inferior en el equipo de absorción para reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno. La temperatura del proceso de absorción se reduce en la sección de gas de cola de los

15 equipos. En esta sección de absorción extendida, el gas de cola se mantiene durante más tiempo a temperatura más baja en comparación con el resto del equipo de absorción y se han logrado emisiones mucho más bajas que las que históricamente se han practicado. Este método no es efectivo en reducir de forma suficiente las emisiones con los procesos presión media y más baja.

20

[0009] Por lo tanto, los procesos de baja presión y de media presión tienden a elegir tecnologías basadas en los procesos de reducción para lograr menores emisiones. Estas tecnologías basadas en reducción (SCR, SNCR, etc.) requieren la adición de equipos corriente abajo del proceso de absorción. Los procesos de reducción

25 requieren mayores temperaturas de operación y por lo tanto se debe calentar la corriente de gas de cola corriente arriba del equipo del proceso de reducción. La fabricación de ácido nítrico está integrada fuertemente con el calor, es decir, las corrientes que necesitan refrigeración proporcionan calentamiento a las corrientes

que lo necesitan y se utiliza el exceso de calor en la generación de vapor que se podría exportar.

[0010] Es más fácil acomodar e incorporar procesos de reducción dentro de la cubierta térmica de la fabricación de ácido nítrico para una nueva planta, pero será costosa al volver a adaptar una instalación existente que ya se utiliza en la producción. Los diversos desafíos incluyen volver a diseñar con ingeniería la recuperación de calor y reconfigurar el diseño del proceso, acomodar equipo adicional en los diseños existentes, establecer nuevos parámetros de proceso para las operaciones, pérdida de producción durante la modernización, puesta en marcha y manejo de perturbaciones de proceso. Durante las operaciones normales y especialmente durante la puesta en marcha y seguimiento de perturbaciones de emisiones secundarias del agente de reducción en la pila es un compromiso adicional por la vida de la operación de la planta. La carga de los costos para volver a adaptar el proceso de reducción de óxidos de nitrógeno es aún más pronunciada en el caso de plantas de baja presión, de menor capacidad.

[0011] Con el fin de alcanzar muy bajas emisiones de NO_x, la oxidación de NO_x de escape con base en ozono es uno de los métodos viables. La Patente Estadounidense No. 5,206,002 enseña que para que se eliminen óxidos de nitrógeno de forma efectiva, se inyecta ozono en la corriente de gas de escape y se deja mezclar y reaccionar al proporcionar un tiempo de residencia lo suficientemente mayor como para convertir partes sustanciales de NO a N₂O₅ y luego absorber en un medio acuoso. El proceso descrito en esta patente se puede aplicar a la corriente de escape que sale del expansor de turbo antes de escapar a la atmósfera. Sin embargo, eso requiere equipos de proceso separados en inversión de capital sustancial y resultará en corriente de purga del depurador y pila húmeda.

[0012] El ácido nítrico es uno de los productos químicos de bajo precio básicos utilizado en la industria de procesos con una parte importante de su consumo en fabricar fertilizantes. La demanda de fertilizantes es cíclica y para plantas de menor capacidad, es en ocasiones económicamente atractivo aumentar la producción de ácido nítrico al enriquecer el aire secundario con oxígeno. En algunos países industrialmente desarrollados, aumentar la capacidad de producción de ácido nítrico, incluso mediante enriquecimiento con oxígeno, activa el proceso de autorización de permisos ambientales que pueden requerir implementar la tecnología de reducción de óxidos de nitrógeno del estado de la técnica o mantener las emisiones de óxidos de nitrógeno totales al mínimo dentro de la cuota permitida.

[0013] El método en la presente invención es integrar la oxidación basada en ozono dentro del sistema de absorción de ácido nítrico, que no sólo proporciona flexibilidad en reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno sin hacer cambios significativos en el proceso o modificaciones en el equipo, sino también permite que el productor de ácido nítrico se enfoque en la maximización de la producción con o sin enriquecimiento con oxígeno. En contraste, todas las tecnologías para el control de óxidos de nitrógeno basadas en reducción requieren alteraciones en la cubierta térmica o entrada de calor y la modificación de procesos importantes que afectará la producción de ácido nítrico.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0014] De acuerdo con lo anterior, se describe un método para eliminar contaminantes desde una corriente de gas de cola de un proceso de producción de ácido nítrico en donde el ácido nítrico se recupera de una columna de absorción que comprende agregar ozono a la columna de absorción.

[0015] En otra realización, se describe un método para eliminar contaminantes desde una corriente de gas de cola de un proceso de producción de ácido nítrico en donde el ácido nítrico se recupera de una columna de absorción que comprende cargar una corriente del gas de proceso y una corriente que contiene oxígeno mejorada en una columna de absorción y agregar ozono a la columna de absorción.

[0016] En una realización adicional, se describe un método para producir ácido nítrico que comprende las etapas de:

- 10 a) hacer reaccionar amoníaco en un convertidor de amoníaco;
- b) cargar productos de reacción desde la etapa a) hasta una unidad de recuperación de calor residual;
- 15 c) cargar los productos de reacción desde la etapa b) hasta un intercambiador de calor calentando de esta manera los productos de reacción;
- d) cargar los productos de reacción de la etapa c) a un condensador enfriador enfriando de esta manera los productos de reacción;
- 20 e) cargar los productos de reacción enfriados de la etapa d) a una columna de absorción en donde el ácido nítrico se separa de un gas de cola; y
- f) cargar ozono a la columna de absorción para reaccionar con los
- 25 contaminantes en el gas de cola.

[0017] Los contaminantes que se tratan por los métodos de la presente invención son normalmente óxidos de nitrógeno. La columna de absorción es normalmente una

columna de absorción de múltiples etapas que también puede ser una columna de placa que tiene entre aproximadamente 20 a hasta aproximadamente 70 placas. El ozono hará contacto con los óxidos de nitrógeno entre las placas. Se puede agregar ozono a las etapas finales de la columna de absorción después que se ha elevado en presión para que sea aproximadamente igual que la presión de la columna de absorción. También puede ocurrir enriquecimiento con oxígeno al introducir oxígeno en la columna de absorción.

[0018] De acuerdo con lo anterior, la invención supera estos problemas al reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno desde las corrientes de gas de cola en el proceso de producción de ácidos nítricos mientras que se intensifica la producción de ácido nítrico.

[0019] La invención ofrece ventajas a las instalaciones de producción de ácido nítrico. Se necesitan hacer modificaciones no significativas al proceso de producción de ácido nítrico en sí mismo, o al equipo utilizado en la producción de ácido nítrico. No se necesitan modificaciones a los esquemas de recuperación de calor o equipo relacionado. Las emisiones de óxidos de nitrógeno no solo se inhiben sino se convierten para aumentar en forma gradual la producción de ácido nítrico. Cualesquier instalaciones son relativamente simples y controladas.

[0020] Las emisiones de óxidos de nitrógeno son menores que otras de técnicas conocidas. Se pueden reducir estas emisiones de óxidos de nitrógeno en el gas de cola en forma gradual en la medida en que se requiere por la regulación al aumentar la cantidad de ozono agregado. Por último, no existen emisiones secundarias a través del uso inventivo del ozono.

[0021] Las concentraciones de óxidos de nitrógeno en el gas de cola que lleva el equipo de absorción se reducen al agregar ozono en las etapas de absorción finales donde el gas de cola se escapa del equipo de absorción de ácido nítrico. Como tal, muy poco equipo de procesamiento adicional y modificaciones mínimas del equipo de absorción permite la reducción de concentraciones de óxidos de nitrógeno en el gas de cola a concentraciones menores que las regulaciones ambientales actuales.

[0022] Los óxidos de nitrógeno en las etapas finales del equipo de absorción se oxidan mediante ozono para formar N_2O_5 . La oxidación de óxidos de nitrógeno con ozono tiene diversos órdenes de magnitud más rápidos que con oxígeno. Los espacios entre las placas o etapas finales proporcionan espacio adecuado para la conversión deseada de NO a N_2O_5 . La solubilidad del N_2O_5 es alta y resulta en la disolución completa en medio acuoso en las etapas finales. La absorción o disolución de N_2O_5 forma ácido nítrico. En la ausencia de formación de ácido nitroso no se presenta reacción de descomposición que ocurre en las etapas finales y por lo tanto, no hay desorción de NO. Se retienen los óxidos de nitrógeno absorbidos en las etapas finales como ácido nítrico estable.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20

[0023] La Figura 1 es un esquema de un proceso de producción de ácido nítrico típico.

[0024] La Figura 2 es un esquema de un proceso de producción de ácido nítrico integrado con un sistema de oxidación de ozono.

[0025] La Figura 3 es un esquema de un proceso de producción de ácido nítrico integrado con oxidación de ozono y enriquecimiento con oxígeno.

[0026] La Figura 4 es un esquema que representa la oxidación, absorción y desorción, todas ocurren en una etapa dada.

- 5 [0027] La Figura 5 es un esquema que representa la oxidación y absorción in etapas finales (sección de gas de cola).

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

- 10 [0028] Volviendo a la Figura 1, se describe un esquema de un proceso de producción de ácido nítrico. Se carga aire a través del conducto 1 al compresor A que carga el aire comprimido a través del conducto 2 en el convertidor de amoníaco B. Se carga el amoníaco a través del conducto 4 para premezclar con aire y el amoníaco se somete a oxidación a alta temperatura sobre una superficie de catalizador de metal noble
- 15 presente en el convertidor de amoníaco B. La reacción de oxidación es altamente exotérmica y convierte el amoníaco en óxidos de nitrógeno. La corriente del gas de proceso que sale del convertidor de amoníaco B a través del conducto 5 esencialmente consiste de nitrógeno con el oxígeno restante, agua en forma de vapor y óxidos de nitrógeno, particularmente NO. El calor de la corriente del gas de
- 20 proceso que sale del convertidor de amoníaco se recupera en la unidad de recuperación de calor residual C para formar un vapor a alta presión en el conducto 6 y calentar el gas de cola en el intercambiador de calor D y adicionalmente eliminarlo en el condensador enfriador E. Aquí, el calor de alta temperatura recuperado como vapor en el conducto 6 se puede exportar para generar potencia o utilizar en otros
- 25 lugares dentro del proceso.

[0029] El gas del proceso se carga a través del conducto 7 al intercambiador de calor D luego pasa a través del conducto 8 que se enfría adicionalmente en el

enfriador/condensador E donde algo del vapor de agua presente en la corriente del gas de proceso se condensa debido a la carga de agua a E a través del conducto 9. En la sección de recuperación y enfriamiento D y E los óxidos de nitrógeno en el gas del proceso que de forma predominante está en la forma divalente (principalmente NO) se oxidan a la forma tetravalente (NO_2). La formación de NO_2 desencadena la formación de otros varios óxidos tales como N_2O_4 , N_2O_3 y oxiácidos (HNO_2 y HNO_3) en la corriente del gas de proceso. El agua y los oxiácidos se condensan en el condensador enfriador E y algunos óxidos de nitrógeno se disuelven en el condensado que forma oxiácidos. La corriente de condensado que consiste de ácido nítrico y nitroso débil se recolecta y se carga a través del conducto 12 a la etapa apropiada en la columna de absorción del equipo F.

[0030] En un proceso de producción a presión baja, media o alta de ácido nítrico, el gas del proceso que lleva el enfriador se introduce a través del conducto 10 en el equipo de absorción de múltiples etapas tal como una columna de placa mientras que el proceso a presión atmosférica tiene múltiples columnas empacadas colocadas en serie como sistema de absorción.

[0031] Una columna de placa típica tiene un exceso de 20 y tantas como 70 placas como etapas para poner en contacto el gas-líquido. El aire se agrega complementariamente a través del conducto 11 al conducto 10 a la corriente del gas de proceso enfriada para proporcionar oxígeno adicional requerido para oxidar NO (óxido de nitrógeno divalente) a NO_2 (óxido de nitrógeno tetravalente). Parte del aire complementario 18 también se burbujea a través de una sección blanqueadora en la sección de la columna de absorción del fondo F que mantiene ácido el producto. La corriente del gas de proceso se introduce en la columna de absorción F en el fondo y se eleva progresivamente hacia arriba al poner en contacto las etapas mientras que el agua de la corriente acuosa del proceso se introduce en la parte superior de la

columna para que fluyan hacia abajo. Se forma ácido nítrico en la fase acuosa debido a la absorción de NOx. Los espacios entre placas proporcionan tiempo de reacción de oxidación para la oxidación de fase de gas de NO a NO₂ mientras que la etapa de poner en contacto gas-líquido (placa) proporciona el área de superficie
5 necesaria para que los gases se absorban en la fase acuosa.

[0032] El ácido nítrico del producto se recupera de la columna de absorción F a través del conducto 13 donde se dirige al equipo para procesamiento adicional o para almacenamiento. La corriente del gas de proceso que entra en la columna de
10 absorción F a través del conducto 10 experimenta reacciones de absorción y oxidación anotadas adelante y resulta finalmente en la corriente de gas de cola. El gas de cola sale de la columna de absorción F a través de la parte superior a través del conducto 15 al intercambiador de calor D. La corriente de gas de cola se calienta indirectamente al intercambiar calor con la corriente del gas de proceso que entra a
15 través del conducto 7. La corriente de gas de cola caliente 17 se carga al expansor turbo G donde se recupera la energía de presión de la corriente de gas y luego se ventila la corriente de gas 3 a través de la pila.

[0033] Un número de reacciones ocurre tanto en la fase de gas así como también la
20 fase líquida. Por favor refiérase a las publicaciones por Suchak et al (1991, 1994). Por motivos de brevedad, hemos simplificado las reacciones de oxidación y absorción como sigue

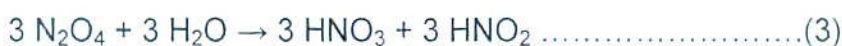
[0034] El enfriamiento de NO en la presencia de oxígeno resulta en la oxidación de
25 NO en la fase de gas



NO_2 se dimeriza para formar N_2O_4



- 5 [0035] Cuando este gas se pone en contacto con el medio líquido acuoso, la absorción de N_2O_4 y la reacción con agua forma HNO_3 y HNO_2 en la fase líquida acuosa



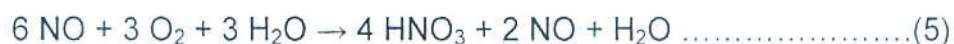
10

[0036] HNO_2 es inestable en la fase líquida acuosa, se descompone en NO y ácido nítrico. El NO que tiene muy poca solubilidad se libera de nuevo a la fase de gas.



15

[0037] Por lo tanto al agregar las reacciones 1-4 conseguimos



- 20 [0038] Según la reacción 5, la oxidación y absorción de cada mol de NO regenera una tercera mol de NO de nuevo y la libera nuevamente en la fase de gas.

- [0039] Por lo tanto cuando el gas y el líquido se ponen en contacto en una forma contracorriente, la corriente de gas que sale lleva NO liberado del líquido debido a la
25 reacción de descomposición. Por lo tanto en el equipo de absorción de múltiple etapa tal como columna de placa, ocurre la oxidación de NO en la fase de gas entre las dos etapas y la descomposición de HNO_2 ocurre en la fase líquida. La absorción del N_2O_4

así como también la desorción de NO ocurre de forma simultánea cuando el gas entra en contacto líquido en la placa.

[0040] La Figura 4 representa la oxidación, absorción y desorción todas ocurren en una etapa dada.

[0041] Algunas de las etapas para poner en contacto (placas) tienen capacidad de enfriamiento para eliminar el calor excesivo liberado durante la absorción y promover adicionalmente la oxidación de NO en la fase de gas entre las placas.

10

[0042] Cuando la corriente del gas de proceso alcanza las etapas finales de la columna de absorción, la concentración de NO_x se agota de forma significativa y oxidación de bajas concentraciones de NO mediante el oxígeno presente en el gas del proceso no es lo suficientemente rápido para convertir de forma efectiva los óxidos de nitrógeno divalentes a formas tetravalentes en el espacio entre las placas en la columna. La desimerización de NO_2 a N_2O_4 también se limita a baja concentración para absorción efectiva en la fase acuosa.

15

[0043] También se conoce a partir de los datos cinéticos que la oxidación de NO se puede mejorar al reducir la temperatura de la fase de gas. Por lo tanto, la oxidación de NO se puede mejorar al reducir la temperatura de la etapa de absorción, ya que alcanza baja concentración y también al aumentar la presión parcial de oxígeno.

20

[0044] La concentración de oxígeno en el gas del proceso se dicta por la presión de absorción total y exceso estequiométrico de aire. Para los procesos de absorción de presión media, baja y presión ambiente, la concentración de oxígeno o presión parcial en la etapa final es baja y la oxidación es lenta. Al aumentar el exceso de aire, la concentración de oxígeno aumenta, pero también resulta en un aumento en el flujo

25

total de gas que reduce el tiempo de residencia disponible para la oxidación de NO a ocurrir entre dos placas. Por otro lado, la concentración de oxígeno se puede elevar mediante enriquecimiento con oxígeno al reemplazar algo del aire secundario con oxígeno gaseoso. La reducción de los óxidos de nitrógeno en el gas de cola al elevar la concentración de oxígeno es una propuesta costosa, debido simplemente a los costos de producción del oxígeno sin estar acompañado de la intensificación de producción.

[0045] En los procesos de alta presión, la presión parcial de oxígeno es mucho mayor que en los procesos de presión media o baja y la reducción de la temperatura a 4° C en las etapas de absorción finales puede extender la absorción y niveles más bajos de óxidos de nitrógeno en el gas de cola.

[0046] La Figura 2 representa un proceso de producción de ácido nítrico modernizado con oxidación de ozono. La convención de numeración de la Figura 1 se utiliza hasta el punto de adición de ozono. Se carga aire a través del conducto 1 al compresor A que carga el aire comprimido a través del conducto 2 en convertidor de amoníaco B. se carga el amoníaco a través del conducto 4 para premezclar con aire y el amoníaco se somete a oxidación a alta temperatura en una superficie de catalizador de metal noble presente en el convertidor de amoníaco B. La reacción de oxidación es altamente exotérmica y convierte el amoníaco en óxidos de nitrógeno. La corriente del gas de proceso que sale del convertidor de amoníaco B a través del conducto 5 esencialmente consiste de nitrógeno con el oxígeno restante, agua en forma de vapor y óxidos de nitrógeno, particularmente NO. El calor de la corriente del gas de proceso que sale del convertidor de amoníaco se recupera en la unidad de recuperación de calor residual C para formar un vapor a alta presión en el conducto 6 y calentar el gas de cola en el intercambiador de calor D y calentar el agua de carga de la caldera en el condensador enfriador E. Aquí, el calor de alta temperatura

recuperado como vapor en el conducto 6 se puede exportar para generar potencia o utilizar en otra parte dentro del proceso.

[0047] El gas del proceso se carga a través del conducto 7 al intercambiador de calor D luego pasa a través del conducto 8 al enfriador/condensador E donde algo del vapor de agua presente en la corriente del gas de proceso se condensa debido al enfriamiento de la carga de agua a E a través del conducto 9. En la sección de recuperación y enfriamiento de calor D y E los óxidos de nitrógeno en la corriente del gas de proceso que están predominantemente en la forma divalente (principalmente NO) se oxidan a la forma tetravalente (NO_2). La formación de NO_2 desencadena la formación de otros varios óxidos tales como N_2O_4 , N_2O_3 y oxiácidos (HNO_2 y HNO_3) en la corriente del gas de proceso. El agua y los oxiácidos se condensan en el condensador enfriador E y algunos de los óxidos de nitrógeno se disuelven en el condensado que forma oxiácidos. La corriente de condensado que consiste de ácido nítrico y nitroso se recolecta y carga a través del conducto 12 a la etapa apropiada en la columna de absorción del equipo F.

[0048] En un proceso de producción de baja, media o alta presión de ácido nítrico, el gas del proceso que sale del enfriador se introduce a través del conducto 10 en el equipo de absorción de múltiples etapas tal como una columna de placa mientras que el proceso a presión atmosférica tiene múltiples columnas empacadas colocadas en serie como el sistema de absorción.

[0049] Una columna de placa típica tiene un exceso de 20 y tantas como 70 placas como etapas para poner en contacto el gas-líquido. El aire se agrega complementariamente a través del conducto 11 al conducto 10 a la corriente del gas de proceso enfriada para proporcionar oxígeno adicional requerido para oxidar NO (óxido de nitrógeno divalente) a NO_2 (óxido de nitrógeno tetravalente). Parte del aire

complementario también se burbujea a través de una sección blanqueadora en la sección de la columna de absorción del fondo F que mantiene ácido el producto. La corriente del gas de proceso se introduce en la columna de absorción F en el fondo y se eleva progresivamente hacia arriba al poner en contacto las etapas mientras que el agua de la corriente acuosa del proceso se introduce en la parte superior de la columna para que fluyan hacia abajo. Se forma ácido nítrico en la fase acuosa debido a la absorción de NOx. Los espacios entre placas proporcionan tiempo de reacción de oxidación para la oxidación de fase de gas de NO a NO₂ mientras que la etapa de poner en contacto gas-líquido (placa) proporciona el área de superficie necesaria para que los gases se absorban en la fase acuosa.

[0050] El ácido nítrico del producto se recupera de la columna de absorción F a través del conducto 13 donde se dirige al equipo para procesamiento adicional o para almacenamiento. La corriente del gas de proceso que entra en la columna de absorción F a través del conducto 10 experimenta reacciones de absorción y oxidación resumidas anteriormente hasta las etapas de absorción final donde el ozono se introducirá a través del conducto 16. El gas de cola sale de la columna de absorción F a través de la parte superior a través del conducto 15 al intercambiador de calor D. La corriente de gas de cola se calienta indirectamente al intercambiar calor con la corriente del gas de proceso que entra a través del conducto 7. La corriente de gas de cola caliente 17 se carga al expansor turbo G donde se recupera la energía de presión de la corriente de gas y luego se ventila la corriente de gas 3 a través de la pila.

[0051] Se genera ozono a partir de oxígeno en una unidad de generación de ozono típica (no mostrada) y si es necesario, la presión del ozono que contiene oxígeno se eleva por el compresor a la presión del equipo de absorción. La corriente de gas que

contiene ozono se introduce en las etapas de absorción final de la columna de absorción F a través del conducto 16.

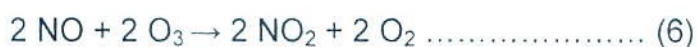
[0052] La oxidación de NO con ozono es varios órdenes de magnitud más rápida que cuando se emplea solo oxígeno. El espacio entre dos placas en las etapas finales de los equipos de absorción proporciona el tiempo de residencia requerido para la oxidación de óxidos de nitrógeno a N_2O_5 (forma pentavalente). Debido a que las formas pentavalentes son altamente solubles, se disuelven casi instantáneamente en el agua. La forma pentavalente selectivamente forma ácido nítrico en el medio acuoso. Dado que la absorción de óxidos de nitrógeno es a través de la forma pentavalente, la formación de HNO_2 en la fase líquida mediante absorción de la forma tetravalente de NO_x y se inhibe completamente la descomposición para evolucionar NO en las etapas finales de la absorción haciendo ésta extremadamente efectiva en reducir óxidos de nitrógeno que dejan la sección de gas de cola. En el caso cuando se introduce ozono por debajo de la segunda placa de la parte superior, el proceso de oxidación de ozono se producirá en los espacios entre la segunda y tercera placa y primera y segunda placa mientras que la absorción de óxidos de nitrógeno como óxidos pentavalentes ocurrirá en la segunda y primera placa. A diferencia de las técnicas que se enseñan en la patente Estadounidense No. 5,206,002, toda la oxidación de óxidos de nitrógeno no necesita ocurrir en la fase gaseosa a la vez pero ocurre en múltiples espacios de gas entre las etapas de absorción.

[0053] Esta solución adicionalmente no requiere ninguna modificación al equipo de absorción de ácido HNO_3 , excepto para introducción de ozono mediante el conducto 16 en el espacio de vapor. El ozono también se puede introducir en el medio acuoso al ya sea sumergir el conducto 16 en el depósito de líquido sobre la placa (no mostrado) o eliminar el líquido de la placa en la bomba alrededor del circuito (no

mostrado) de tal manera que el operador tiene una elección de los medios para ingresar ozono en las etapas finales de la columna de absorción.

[0054] Esta solución es deseable para instalaciones de producción de ácido nítrico a presión baja, media y atmosférica de más baja capacidad cuando la producción se puede mejorar mientras que las emisiones de óxidos de nitrógeno de gas de cola se mantienen dentro de los límites ambientales.

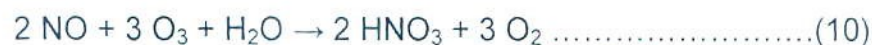
[0055] La oxidación de óxidos de nitrógeno con ozono sigue diversas rutas de reacción para llegar a N_2O_5



[0056] La absorción de N_2O_5 en la fase acuosa resultará en la formación de ácido nítrico:



[0057] Resumiendo las ecuaciones (5) a (9)



[0058] Reducir el nivel de óxidos de nitrógeno del gas de cola resultará en un aumento creciente de la cantidad de ácido en la corriente acuosa.

[0059] Como se ha indicado en otra parte, en contraste con la oxidación con O_2 , la oxidación con ozono no forma HNO_2 en la fase acuosa y por lo tanto no ocurre desorción de NO.

5

[0060] La Figura 5 representa la oxidación y absorción en las etapas finales (sección de gas de cola).

[0061] También se inhiben las emisiones secundarias cuando el ozono en exceso se absorbe en la fase acuosa o se destruye cuando el gas de cola se calienta antes de entrar en el expansor G.

[0062] En una realización diferente de la invención, la producción mejorada de ácido nítrico es posible mientras que continua inhibiendo las emisiones de óxidos de nitrógeno. Esto se logra al reemplazar una porción o todo el aire secundario con oxígeno. Normalmente, el enriquecimiento con oxígeno proporciona el oxígeno requerido para la mayor parte de la conversión de NO a HNO_3 ; sin embargo, resultan mayores emisiones de óxidos de nitrógeno en el gas de cola. Combinar la carga de ozono en la sección de gas de cola de la unidad de absorción con enriquecimiento con oxígeno en la carga de aire secundaria proporciona una producción intensificada de ácido nítrico sin aumentar las emisiones de óxidos de nitrógeno.

[0063] Como se ha indicado en la Figura 3, el conducto de aire secundario 11 se reemplaza con un conducto de aire secundario y accesorio de carga de oxígeno que permite la carga de una combinación de aire secundario y el oxígeno con opciones para cargar hasta 100 por ciento del contenido de oxígeno. El resto de la numeración es la misma que la utilizada en la Figura 1.

[0064] En otra realización de la invención, es posible la reducción de las emisiones de NOx en el gas de cola en el proceso de ácido nítrico con presión cercana a ambiente donde el gas del proceso se depura en serie de columnas empacadas. Mientras que la corriente de gas fluye a través de series de columna empacada, se pone progresivamente en contacto con soluciones de ácido nítrico acuosas de menor fuerza. El ácido del producto se retira del sumidero de la primera columna empacada y el ácido nítrico más débil acuoso de la 2ª columna empacada repone el volumen desplazado en el sumidero de la primera columna. El sumidero en la 2da columna se recarga por la corriente de ácido nítrico acuoso en el sumidero de la 3ª columna. El sumidero de la columna empacada final se recarga con la carga de agua de proceso. Se agrega ozono en la columna empacada final para eliminar el NOx como se describe en las ecuaciones (6) a (10). La corriente de gas que sale de la columna empacada final se dirige a la pila ya que en la columna de presión atmosférica no hay energía de presión que deba recuperar. Se puede realizar enriquecimiento con oxígeno al cargar oxígeno al aire secundario suministrado a la primera columna empacada.

[0065] En otra realización de la invención, la corriente que contiene NOx surge de procesos industriales diferentes de la fabricación de ácido nítrico tal como oxidación de ácido nítrico de material orgánico o procesamiento de sustancias con ácido nítrico o materiales de procesamiento donde se forma NOx en el proceso. Las emisiones de NOx de dicha corriente de proceso se pueden reducir con recuperación efectiva de ácido nítrico que utiliza oxígeno gaseoso para oxidar en la serie de columnas empacadas. Se mezcla la corriente de gas con la cantidad estequiométrica en exceso de oxígeno. Mientras que la corriente de gas fluye a través de series de columna empacada, se pone en contacto con soluciones de ácido nítrico acuosas progresivamente de menor fuerza. El ácido nítrico recuperado se retira del sumidero de la primera columna empacada y el ácido nítrico más débil acuoso desde la 2ª

columna empacada repone el volumen desplazado en el sumidero de la primera columna. El sumidero en la 2^{da} columna se recarga por la corriente de ácido nítrico acuoso en el sumidero de la 3^a columna. El sumidero de la columna empacada final se recarga con carga de agua de proceso. Se agrega ozono en la columna empacada final para eliminar NOx como se describe en las ecuaciones (6) a (10). La corriente de gas que sale de la columna empacada final se dirige a la pila con el nivel significativamente reducido de NOx con la mayoría en la forma de ácido nítrico recuperado. El número de columnas empacadas en serie puede ser preferiblemente de 2 a 6. Se pueden apilar una encima de la otra en aras de sobreflujo de gravedad simple. En lugar de la columna empacada, también se puede utilizar cualquier otro dispositivo de contacto de gas-líquido.

[0066] Aunque se ha descrito esta invención con respecto a realizaciones particulares de la misma, es evidente que numerosas otras formas y modificaciones de la invención serán obvias para los expertos en la técnica. Las reivindicaciones adjuntas en esta invención generalmente se deben interpretar para cubrir todas dichas formas y modificaciones obvias que están dentro del verdadero espíritu y alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método para eliminar óxidos de nitrógeno desde una corriente de gas de cola de un proceso de producción de ácido nítrico en donde el ácido nítrico se recupera de una columna de absorción que comprende agregar ozono a dicha columna de absorción en donde la columna de absorción es de múltiples etapas y el ozono se introduce en una etapa final de dicha columna de absorción y los óxidos de nitrógeno son oxidados a la forma N_2O_5 .
2. El método como se reivindica en la reivindicación 3 en donde dicha columna de absorción es una columna de placa que tiene desde 20 hasta 70 placas.
3. El método como se reivindica en la reivindicación 3 en donde dicho ozono hace contacto con dichos óxidos de nitrógeno entre dichas placas.
4. El método como se reivindica en la reivindicación 1 que comprende adicionalmente introducir oxígeno en dicha columna de absorción.
5. El método como se reivindica en la reivindicación 1 en donde dicho ozono se eleva a la presión de dicha columna de absorción.
6. El método como se reivindica en la reivindicación 4, en donde el oxígeno es una corriente mejorada que contiene oxígeno.

RESUMEN

5

Un método para reducir los niveles de óxidos de nitrógeno en el gas de cola a partir de un proceso de producción de ácido nítrico al agregar ozono a la columna de absorción del proceso de producción. También se intensifica la formación de ácido nítrico al agregar una mezcla de aire secundario y oxígeno a la columna de absorción.

10

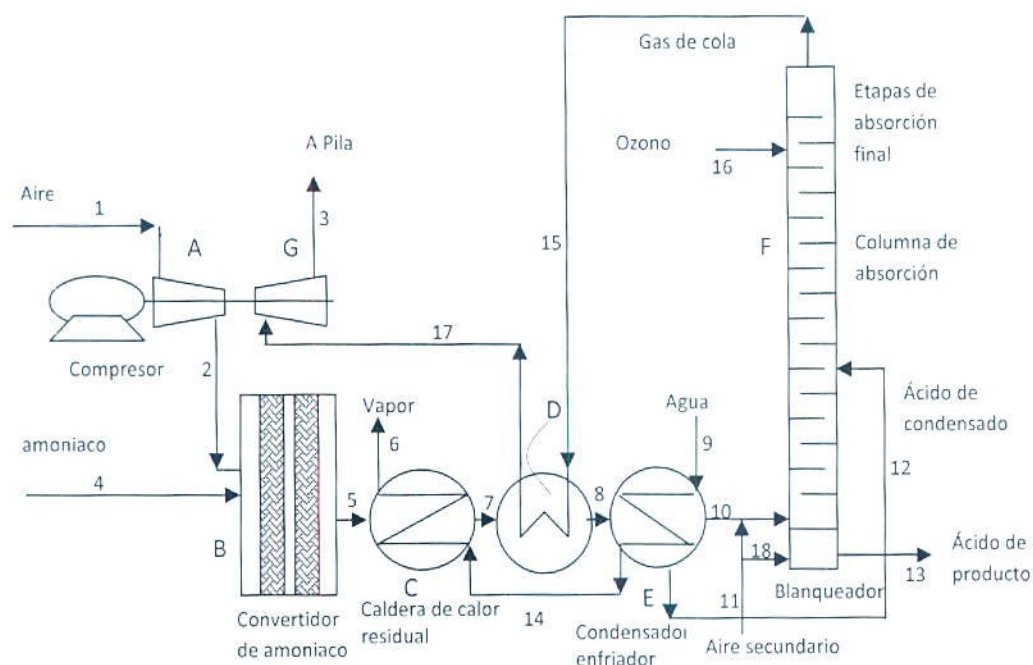
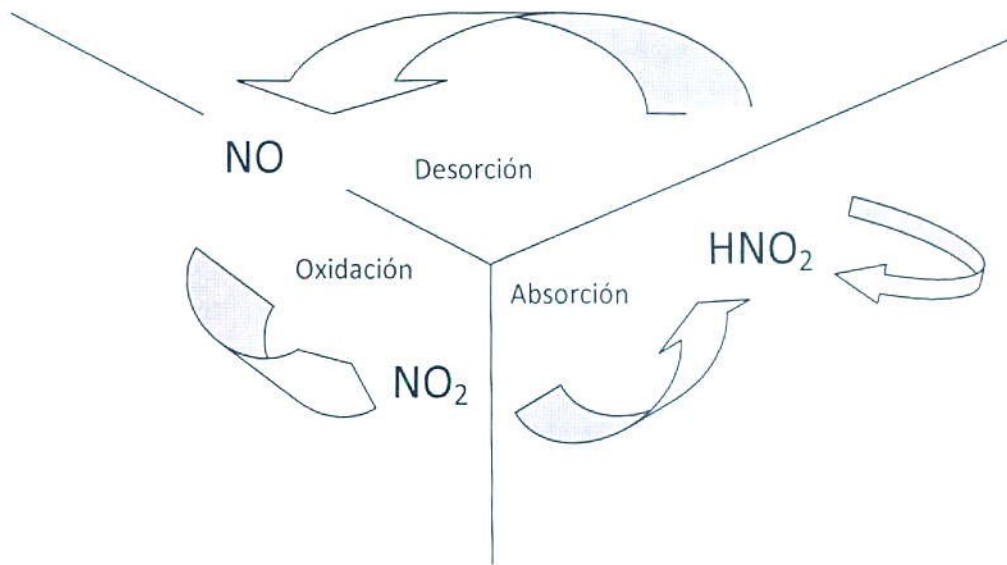


Figura 2. Proceso modernizado de Producción de ácido nítrico con oxidación con ozono

Figura 4. Oxidación con Oxígeno



5/5

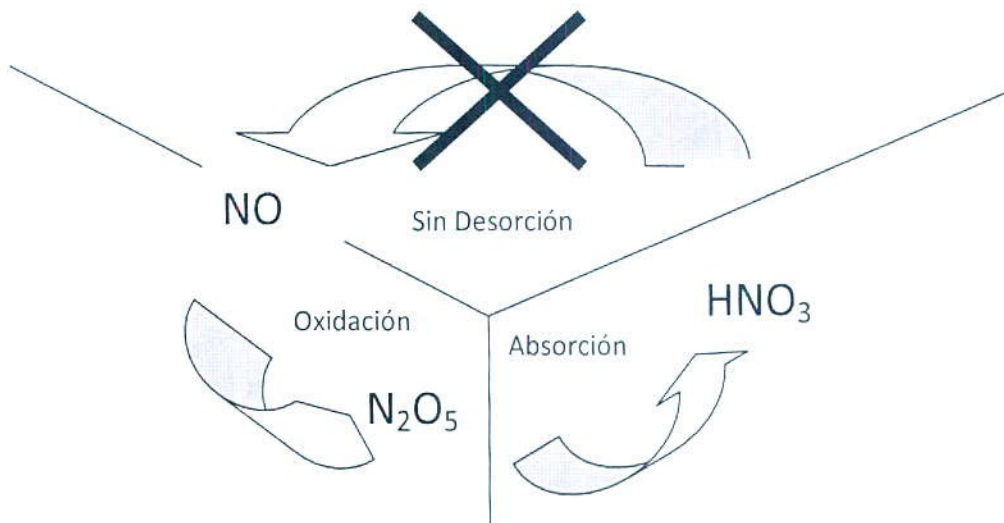


Figura 5. Oxidación con Ozono