

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

⑩ ES	⑪	NUMERO	⑩ A1
	⑫	445894	
	⑬	FECHA DE PRESENTACION	
		9 MAR. 1976	

PATENTE DE INVENCION

⑭ PRIORIDADES:	⑮ FECHA	⑯ PAIS
⑰ NUMERO		
3000/75	10 Marzo 1975	Suiza

⑲ FECHA DE PUBLICIDAD	⑳ CLASIFICACION INTERNACIONAL	㉑ PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	201B	

㉒ TITULO DE LA INVENCION

"PROCEDIMIENTO PARA SEPARAR DE LAS CORRIENTES GASEOSAS ANHIDRIDO SULFUROSO, CON OBTENCION DE ACIDO SULFURICO MEDIANTE OXIDOS DE NITROGENO"

㉓ SOLICITANTE (S)

CIBA-GEIGY AG

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

BASILEA (Suiza)

㉔ INVENTOR (ES)

Dr. Volker Fattinger

㉕ TITULAR (ES)

CIBA-GEIGY AG

㉖ REPRESENTANTE

D. JAIME ISERN CUYAS, Agente Oficial de la Propiedad Industrial

MEMORIA DESCRIPTIVA

- Este invento se refiere a un procedimiento para separar de corrientes gaseosas  $\text{SO}_2$  con obtención de ácido sulfúrico por medio de los óxidos de nitrógeno en un sistema Petersen de torres en el que el gas que contiene el  $\text{SO}_2$  se introduce en una zona de desnitración y, después de pasar por ésta con una concentración en óxidos de nitrógeno de 1 % a lo menos, en volumen, en la fase gaseosa, llega a una zona de tratamiento del  $\text{SO}_2$  que comprende a lo menos una torre con revestimiento, en la cual el gas entra en contacto intenso con ácido sulfúrico de concentración inferior al 70 % en peso de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (ácido diluído o "débil") y el ácido utilizado para la absorción de los óxidos de nitrógeno en las torres subsiguientes a la zona de tratamiento del  $\text{SO}_2$  contiene nitrosa y se halla en concentración comprendida entre 70 % y 85 % en peso, y preferentemente de 74 a 80 % en peso, de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (ácido de absorción).

- Se conoce ya un procedimiento de esta clase, como lo demuestra a continuación la descripción del desarrollo y el estado actual de la técnica relativa a la separación del  $\text{SO}_2$  de los gases residuales y la transformación del  $\text{SO}_2$  recuperado en ácido sulfúrico.

Como en el procedimiento ya conocido de los óxidos de nitrógeno, el procedimiento conforme a este

- invento distingue igualmente tres estadios: 1) la desnitración, 2) el tratamiento del SO<sub>2</sub> y 3) la absorción de los óxidos de nitrógeno. Para el tratamiento del SO<sub>2</sub>, según el procedimiento de este invento
5. se utiliza a lo menos en una torre un ácido de concentración inferior al 70 %; se le llama "ácido débil". En la literatura antigua, esta expresión designa "el ácido de las cámaras. La designación antigua "torre de Glover" corresponde al concepto de "torre de desnitración" y la
10. designación antigua "torre de Gay-Lussac" se reemplaza por la expresión "torre de absorción". Durante la desnitración se produce ya forzosamente un tratamiento del SO<sub>2</sub>, con formación de ácido sulfúrico. En la descripción del invento, todas las torres de un sistema que proporciona un gas más rico en óxidos de nitrógeno gaseosos que el gas de entrada se consideran como pertenecientes a la zona de desnitración. Por lo tanto, todas las torres llamadas "de producción" de una instalación de torres de Petersen que cumplan estas condiciones se consideran por
15. definición como integrantes de la zona de desnitración (lo mismo en las reivindicaciones). La circunstancia de que el ácido saliente de una torre contenga o no nitrosa no es criterio que se tome en consideración para la
20. designación de "torre de desnitración".

- En los esfuerzos para mantener la pureza
25. del aire, el problema de la extracción del SO<sub>2</sub> de las corrientes de gas residuales es muy urgente. Se llevan

- a cabo numerosas tentativas para recuperar en forma utilizable el  $\text{SO}_2$  separado de las corrientes de gases residuales, por ejemplo, en estado de azufre o de ácido sulfúrico. Sin embargo, para las concentraciones débiles en  $\text{SO}_2$  el coste de la recuperación en forma de ácido sulfúrico es muy alto. Por otra parte, el procedimiento de preparación del ácido sulfúrico por contacto exige, para impedir el envenenamiento rápido del catalizador, una depuración de los gases que requiere el enfriamiento de éstos. El recalentamiento de los gases hasta la temperatura de arranque del catalizador y el secado de los gases antes de su contacto con éste son muy onerosos. . . .
5. Por este motivo se ha ensayado provocar la formación de ácido sulfúrico a temperatura más baja utilizando carbón activo o sales de metales catalíticos en solución, por ejemplo las del manganeso. No obstante, estos procedimientos resultan relativamente complicados y caros cuando se quiere fabricar un ácido puro con más de 40 % de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
10. El procedimiento de los óxidos de nitrógeno para fabricar ácido sulfúrico data de más de cien años. Este procedimiento está descrito, por ejemplo, en las publicaciones siguientes: Winnacker-Küchler, Chemische Technologie, vol. II, Carl Hanser-Verlag, Munich 1970, página 38 y siguientes, y Ullmann Enzyklopaedie der Technischen Chemie, 1964, vol. 15, página 432 y siguientes.
15. En esta segunda obra de la literatura se utiliza la designación "Nitroseverfahren".
- 20.
- 25.

- Los límites del procedimiento ya conocido de los óxidos de nitrógeno resultan del balance de agua en la instalación, pues es evidente que al recuperar ácido sulfúrico se retira igualmente agua de los gases.
5. Para poder guardar en depósitos de hierro el ácido sulfúrico fabricado su concentración debe sobrepasar cuanto sea posible el 65 % en peso y por lo tanto no es lícito diluirlo excesivamente. En el procedimiento de fabricación del ácido sulfúrico con óxidos de nitrógeno es perjudicial que un gas contenga mayor cantidad
10. de vapor de agua que la que se consume para dar un ácido lo suficientemente concentrado para absorber los óxidos de nitrógeno. Otro inconveniente de los procedimientos conocidos resulta del volumen considerable e indispensable de las cámaras de reacción.
- 15.

- Así, los procedimientos conocidos para la fabricación de ácido sulfúrico con óxidos de nitrógeno proporcionan, en el tratamiento de gases húmedos que contengan menos de 6 volúmenes % de  $\text{SO}_2$  y a temperaturas por debajo de  $60^\circ \text{C}$ , por día y por  $\text{m}^3$  de cámara de
20. reacción, solamente cantidades limitadas de ácido sulfúrico suficientemente concentrado. Las instalaciones de torres de Petersen modernas, tratando un gas que contenga de 4 a 6 volúmenes % de  $\text{SO}_2$ , producen menos de 150 kg de
25. un ácido sulfúrico con 78 % en peso de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (ácido de Glover) por  $\text{m}^3$  de espacio de llenado y por día. Rendimientos "espacio-tiempo" más altos sólo pueden obtenerse con gases más concentrados.

- Gases residuales que tienen, como se ha indicado antes, escasa concentración de  $\text{SO}_2$  se forman, por ejemplo, en las instalaciones de la industria metalúrgica. Los gases de los humos de las fábricas de fuerza motriz que queman aceite o carbón contienen algunos gramos (por ejemplo, de 2 a 4 gramos) de  $\text{SO}_2$  por  $\text{Nm}^3$  ( $1 \text{ Nm}^3 = 1 \text{ m}^3$  a 1 bar y  $0^\circ \text{ C}$ ). Durante la utilización de los procedimientos conocidos de enriquecimiento (por ejemplo, el indicado en la patente norteamericana n° 3.721.066 para gases de un índice tan bajo de  $\text{SO}_2$ ) se forman, en el curso de la regeneración de los agentes sólidos o líquidos, gases que contienen  $\text{SO}_2$  en cantidades variables y con concentraciones, generalmente, de algunos porcentajes en volumen, al mismo tiempo que tienen un contenido de agua relativamente alto.

- La expresión "contenido de agua relativamente alto" se refiere a un índice que sobrepase el 50 % del peso de  $\text{SO}_2$  contenido en cada  $\text{m}^3$  de gas, o sea, en presencia de 100 g de  $\text{SO}_2$  por  $\text{m}^3$ , más de 50 g de  $\text{H}_2\text{O}$  por metro cúbico.

- Asimismo, durante la escisión de un ácido sulfúrico de desecho se forman gases residuales de un índice de  $\text{SO}_2$  relativamente bajo (por ejemplo, de 50 a  $150 \text{ g/m}^3$ ) a causa de que una parte considerable del oxígeno es consumida por el combustible en el horno de escisión.

Se conoce también el montaje, en las instalaciones de torres de Petersen, antes de las torres de

- absorción de los óxidos de nitrógeno que siguen a la zona de tratamiento del  $\text{SO}_2$ , de una torre que se alimenta por aspersión de ácido diluido. Correspondiendo al tratamiento de  $\text{SO}_2$ , se esperaba en esta torre una formación de NO y se creía necesario asegurar para los gases un tiempo suficiente de permanencia antes de hacerlos ingresar en la zona de absorción, para que el NO no se transformara en  $\text{NO}_2$ . Por este motivo se interponía una cámara especial de regeneración en las instalaciones de torres de Petersen
- 5.
10. cuando en la torre de fabricación de ácido débil de la zona de tratamiento del  $\text{SO}_2$  se querían tratar no solamente gases con restos mínimos de  $\text{SO}_2$ , sino también gases con un contenido de algunos porcentajes en volumen de  $\text{SO}_2$  (por ejemplo, de 2 a 5 volúmenes %).
15. Se sabe además que en los sistemas de torres la instalación de absorción de los óxidos de nitrógeno (torres de Gay-Lussac) ocupa una proporción importante del espacio necesario para la reacción. El pasaje de la publicación ya mencionada (Ullmann, página 435, línea
20. 18 desde el pie) demuestra que se estima ventajoso que cantidades débiles de  $\text{SO}_2$  entren en el sistema de absorción. Por el contrario, se ha observado ya que se pueden disminuir sensiblemente las dimensiones del sistema de absorción cuando se asegura un tratamiento prácticamente
25. completo del  $\text{SO}_2$  antes de la entrada de los gases en la primera torre de la zona de absorción. Otra condición conocida que permite disminuir las dimensiones necesarias

- para la absorción de los óxidos de nitrógeno es una regulación exacta del conjunto del sistema, para que a la entrada de la absorción se establezca una relación
5. óptima de NO : NO<sub>2</sub>. Por otra parte, la patente alemana 1.031.292 (Petersen) subraya que es ventajoso mantener a temperatura de 50 a 60° C el ácido de cambio de una torre de producción que forme parte (como ya se ha
10. indicado) de la zona de desnitración, porque en esta segunda torre se liberan en la corriente gaseosa óxidos de nitrógeno. Dicha patente de Petersen menciona también que esta torre de producción está regada por un circuito de ácido común a las dos torres al mismo tiempo que la
15. primera torre de Gay-Lussac (zona de absorción de los óxidos de nitrógeno). La temperatura de salida del ácido de la torre de Gay-Lussac corresponde por consiguiente a la temperatura de entrada de este ácido en la zona de desnitración.

- Sin embargo, los medios conocidos que
20. aquí se han reseñado no permiten, como ya se ha dicho, más que un rendimiento espacio/tiempo de 150 kg de ácido sulfúrico al 78 % en peso por m<sup>3</sup> y por día, a lo sumo. Este rendimiento espacio/tiempo no mejora tampoco cuando, para expulsar mejor de este ácido los vapores nitrosos,
25. se mantiene cargado de nitrosa a temperatura de 50 a 60° el ácido de aspersion o bien, de manera conocida, se procura aumentar la temperatura de entrada del ácido en una torre de desnitración mezclando con el ácido de carga una parte del ácido caliente que sale de esta misma

torre o de otra torre de desnitración. Este procedimiento implica una disminución del índice de nitrosa en el ácido de carga, lo que resulta muy desfavorable porque entonces el volumen necesario del espacio reaccional ha de ser

5. indeseablemente grande.

El invento que aquí se revela tiene pues por objeto mejorar el procedimiento descrito al principio, de modo que cuando se traten gases que contengan  $SO_2$ , y sobre todo los de concentración escasa de  $SO_2$ , inferior a 6 volúmenes % de  $SO_2$ , se pueda aumentar el rendimiento espacio/tiempo calculado respecto al ácido sulfúrico al 78 % en forma notable e incluso más allá del doble de la cantidad que hasta ahora era realizable, y ello de preferencia reduciendo al mismo tiempo en grado sensible el gran volumen hasta ahora indispensable de los espacios reaccionales, además de poderse obtener estas mejoras con fundamental independencia del contenido en agua de los gases de entrada.

10.

15.

Tales mejoras se consiguen, en un procedimiento del tipo que se ha descrito al principio, si:

20.

a) el ácido que contiene nitrosa, destinado a ingresar en la zona de desnitración que está instalada curso arriba (respecto a la dirección de la corriente de gases) de la primera torre de tratamiento de  $SO_2$ , regada con ácido débil, se calienta a temperatura superior a  $60^\circ C$  por cambio indirecto de calor, antes de entrar en contacto con la corriente de gases que sale de la zona desnitración, y

25.

- b) el tiempo de permanencia del gas entre la salida de la zona de desnitración y la entrada en la primera torre de la zona de absorción de los óxidos de nitrógeno es menor de 30 segundos cuando los gases ingresantes en la zona de desnitración tienen una concentración de 5 % en volumen, a lo menos, de SO<sub>2</sub> y 10 % en volumen, a lo menos, de O<sub>2</sub>, mientras que para índices menores de SO<sub>2</sub> o índices menores de O<sub>2</sub> en los gases de entrada citados el límite superior del tiempo de permanencia se calcula según la fórmula

$$Z_{\max} = \frac{1500}{[\text{SO}_2] \cdot [\text{O}_2]}$$

15. en la que

$Z_{\max}$  es el tiempo de permanencia en segundos,

$[\text{SO}_2]$  designa el índice de SO<sub>2</sub> en el gas que entra en la zona de desnitración, en % en volumen, y

20.  $[\text{O}_2]$  designa el índice de oxígeno en el mismo gas, también expresado en % en volumen.

25. El Sistema Petersen de torres en que se efectúa el procedimiento conforme a este invento puede ser alimentado por un gas que contenga SO<sub>2</sub> y que sea un gas industrial perdido, residual o de desecho, sobre todo gases quemados o de tostación como los que se obtienen en la quema de combustibles poco sulfurados o por tostación

- de minerales sulfurosos (por ejemplo, en la metalurgia del cobre) o emanantes de otros procesos industriales, sobre todo de aquellos en los que se utiliza una concentración previa de los gases de salida para aumentar su índice de azufre y que contienen ordinariamente entre 0,4 y 4 % de azufre, y mejor aún de 1 a 3 % de azufre, en forma de  $\text{SO}_2$ , los cuales son gases que tienen un índice de  $\text{SO}_2$  insuficiente para el procedimiento por contacto.
- 5.
10. En el gas industrial de desecho para utilizar como gas entrante en la zona de desnitración según el procedimiento de este invento, el índice de  $\text{SO}_2$  no debe ser, de preferencia, inferior a 0,2 % en volumen.
15. Según el procedimiento de este invento, en las torres de la zona de tratamiento de  $\text{SO}_2$ , cuando existe en el gas que entra en esta zona un índice de  $\text{SO}_2$  inferior a 2 % en volumen, se utiliza una concentración en óxidos de nitrógeno gaseosos que es superior a 1 % en volumen; y cuando en el gas que entra en dicha zona existe un contenido más alto de  $\text{SO}_2$ , la concentración en óxidos de nitrógeno en fase gaseosa debe ser superior a 2 % en volumen.
- 20.
25. Se consigue así tratar gases con un índice de  $\text{SO}_2$  inferior a 2 % en volumen, y mejor aún de 1 a 2 % en volumen, que tienen un contenido de vapor de agua correspondiente a una temperatura de saturación superior

- a 35° C (30 g/m<sup>3</sup> de H<sub>2</sub>O), utilizando una concentración en óxidos de nitrógeno inferior a 0,2 % en volumen y producir un ácido sulfúrico de titulación superior al 75 % en peso, y ello poniendo en contacto en una torre
5. de secado situada curso arriba de la zona de desnitración los gases húmedos que contienen el SO<sub>2</sub> con un ácido débil, lo que elimina de los gases una parte de su contenido de vapor de agua. De este modo se puede utilizar para la formación de ácido sulfúrico el agua
10. de los gases de entrada aprovechando un cambio entre el ácido procedente de la torre de secado y el ácido diluido procedente de la torre de producción de ácido débil, sin que pese a ello una parte de esta agua pueda penetrar por un paso de gas en la zona de desnitración.
15. Para que se realice una desnitración suficiente, es necesario calentar a más de 60° C el ácido que alimenta la torre de desnitración.
- Se obtiene este resultado, de acuerdo con el invento aquí expuesto y contrariamente al procedimiento
20. de calentamiento que se ha descrito antes, calentando a más de 60° C por medio de un cambio térmico indirecto el ácido que contiene la nitrosa, destinado a ser introducido en la torre de desnitración curso arriba de la primera torre, regada con ácido débil, de la zona de tratamiento
25. del SO<sub>2</sub>, antes de que dicho ácido no entre en contacto con la corriente gaseosa.

Para que la cantidad de agua introducida en el sistema pueda mantenerse lo más baja que sea posible, la regulación de la concentración del ácido en la zona de desnitración se efectúa añadiendo ácido diluido, en lugar de agua, al ácido introducido en la torre de desnitración.

5.

El establecimiento de una torre de secado curso arriba de la zona de desnitración es ventajoso, en el tratamiento de gases con índice de  $\text{SO}_2$  superior a 2 % en volumen, para la marcha de la instalación; pero esta torre no es estrictamente necesaria. El calentamiento por encima de  $60^\circ \text{C}$  del ácido cargado de nitrosa que se introduce en la torre de desnitración establecida curso arriba de la primera torre regada con ácido débil, permite una disminución muy considerable del espacio reaccional utilizado para el tratamiento del  $\text{SO}_2$ , a condición de que

10.

15.

20.

25.

I) se utilicen en la torre o las torres de producción de ácido débil cuerpos de revestimiento con superficie superior a  $90 \text{ m}^2$  por  $\text{m}^3$  y de que

II) el límite superior del tiempo de permanencia del gas entre la salida de la zona de desnitración y la entrada en la primera torre de absorción de los óxidos de nitrógeno sea, para un índice de oxígeno de 10 % en volumen o más en este gas, inferior a 30 segundos.

Para índices de oxígeno más bajos, el límite superior del tiempo de permanencia  $Z_{\max}$  para gases de esta índole con más de 2 % en volumen de  $\text{SO}_2$  se calcula según la fórmula:

5.

$$Z_{\max} = \frac{30}{[\text{O}_2]}$$

donde

$[\text{O}_2]$  es el índice de oxígeno, en % de volumen, del gas a la salida de la zona de desnitración.

10.

Mientras hasta ahora se había prolongado el tiempo de permanencia de los gases entre la zona de tratamiento de  $\text{SO}_2$  y la zona de absorción de los óxidos de nitrógeno intercalando por ejemplo, como se ha mencionado

15.

antes, una torre de regeneración entre ambas zonas, el procedimiento de acuerdo con el invento que aquí se expone recomienda, por el contrario, otro modo de actuación, el cual prescribe un tiempo de permanencia lo más breve posible entre la desnitración y la absorción de los

20.

óxidos de nitrógeno, pero en compensación requiere la utilización de cuerpos de llenado con superficie suficiente para producir un cambio intenso de material entre el gas y el líquido.

25.

Según este invento, el aumento de la concentración en  $\text{NO}_2$ , en el caso de estar disminuido el índice

- de oxígeno en el gas, el aumento de la concentración en  $\text{NO}_2$  no se realiza mediante un espacio vacío como en el sistema Petersen, sino que se agranda el espacio reaccional lleno de cuerpos de revestimiento y regado por el ácido débil. Al contrario que en los sistemas conocidos, se evita así según el invento, en todo lo posible, cualquier espacio libre entre la zona de desnitración y la zona de absorción de los óxidos de nitrógeno, el cual no sería llenado por cuerpos de revestimiento. Es solamente la combinación de los medios indicados antes para la puesta en práctica de este invento lo que permite aumentar la eficacia del Sistema Petersen de torres en la medida señalada, o sea llevar su rendimiento hasta una producción diaria de 300 kg, y aun más, de ácido sulfúrico al 78 % por cada  $\text{m}^3$  de espacio de revestimiento, incluso cuando se tratan gases con un contenido de  $\text{SO}_2$  inferior al 6 % en volumen.
- 5.
- 10.
- 15.

- De preferencia, la instalación para la puesta en práctica del procedimiento de este invento se establece de tal modo, o bien se regula dicho procedimiento de tal modo, que el espacio reaccional para la absorción de los óxidos de nitrógeno sea a lo menos igual, o de preferencia mayor, que la suma de los espacios reservados para la desnitración y el tratamiento del  $\text{SO}_2$ .
- 20.
- 25.
- En caso contrario, se pierden óxidos de nitrógeno utilizables en el procedimiento, porque la absorción de los óxidos de nitrógeno depende en primer término del volumen de gas y no de la concentración del gas en óxidos de

nitrógeno. En virtud de la previsión descrita aquí de los espacios reaccionales, puede reducirse sensiblemente toda la instalación en comparación con las instalaciones conocidas que sirven para la puesta en práctica de los procedimientos anteriores.

5.

Resulta particularmente ventajoso que el calentamiento del ácido cargado en la torre de desnitración se efectúe por cambio térmico con el ácido emanante de esta torre. La regulación de la temperatura puede realizarse incluso rodeando parcialmente el cambiador de calor. Para los gases de  $\text{SO}_2$  que contienen menos de

10.

2 % en volumen de  $\text{SO}_2$ , es preciso aportar calor no procedente del sistema de torres. Este calor complementario que se requiere es notablemente débil y para el calentamiento indirecto del ácido es posible servirse, bien de

15.

vapor, bien de otros agentes de calentamiento de temperatura relativamente baja. Tal energía térmica suele hallarse disponible en multitud de sistemas de enfriamiento de las instalaciones industriales.

20.

El procedimiento según este invento permite tratar en la torre de desnitración gases de entrada cuya temperatura es inferior a  $60^\circ \text{C}$ . Incluso es posible tratar gases de entrada cuya temperatura es inferior a  $45^\circ \text{C}$ , a pesar de un índice de  $\text{SO}_2$  de 1 a 1,5 % solamente, para obtener ácido sulfúrico.

25.

Un aumento a más de  $80^\circ \text{C}$  de la temperatura del ácido antes de su entrada en la torre de desnitración

- permite disminuir aun más el espacio de reacción necesario para el tratamiento del  $\text{SO}_2$ . Para las torres de producción de ácido diluído, los cuerpos de revestimiento conformes a las patentes norteamericanas 2.867.425 o 3.752.453, y sobre todo los de fabricación más sencilla, del tipo descrito antes, convienen en virtud de tener gran superficie y ofrecer muy escasa resistencia al paso de los gases.
- 5.

- Según otra variante del invento, se puede aligerar el balance de agua del sistema poniendo en contacto en una torre de concentración montada más abajo de la última torre de absorción de los óxidos de nitrógeno el ácido débil con la corriente de los gases residuales, lo que elimina de este ácido agua y permite introducirlo en concentración ligeramente más alta en la torre de producción de ácido diluído o en la torre de desnitración. El efecto de concentración de esta torre concentradora puede aumentarse considerablemente si se calienta el ácido introducido. Para este calentamiento se puede aprovechar, como se hace ya para los gases de concentración más alta de  $\text{SO}_2$ , el ácido caliente del sistema de torres.
- 10.
- 15.
- 20.

- Según otro perfeccionamiento del procedimiento de la técnica anterior ya mencionado que permite una regulación precisa de la relación  $\text{NO} : \text{NO}_2$ , la temperatura del ácido de entrada en la última torre de desnitración se mantiene constante regulando la aportación de calor al recalentador del ácido. La concentración del ácido saliente de la última torre de desnitración se
- 25.

mantiene al mismo tiempo constante añadiendo a la torre ácido débil o agua.

5. Para regular la relación  $\text{NO} : \text{NO}_2$  en el gas antes de su entrada en las torres de absorción de los óxidos de nitrógeno se utiliza la cantidad de ácido cargado de nitrosa, que se introduce en la torre de desnitración. Según el invento, sirve de medio de regulación la variación de la cantidad de ácido para la desnitración y no la adición habitual de agua que se realiza con frecuencia en los sistemas Petersen de torres. Este sistema de regulación conforme al invento permite realizar el funcionamiento automático del sistema de torres.
- 10.

15. El dibujo adjunto representa una modalidad preferida de realización del procedimiento de este invento, de acuerdo con los detalles siguientes:

20. La figura 1 del dibujo muestra el esquema de una instalación que sirve para el tratamiento de gases industriales que contienen  $\text{SO}_2$ , por ejemplo en cantidades de  $500 \text{ Nm}^3/\text{h}$ . Las referencias 1 a 7 designan las torres de la instalación para fabricar ácido sulfúrico por el procedimiento de los óxidos de nitrógeno; las referencias 8 a 12 designan cambiadores de calor para líquidos; 13 a 16 son depósitos de líquidos; 131, 141, 151 y 161 son bombas de ácido; las referencias 101, 201, 401, 501, 601 y 701 designan receptores de gotas conformes a la patente belga 814.916, que corresponde a la solicitud de patente alemana publicada n° 2.324.540; y 605 es un dispositivo de lavado conforme a la solicitud de patente alemana publicada n° 2.414.318.
- 25.

Por el manguito de entrada 102 se introduce en una torre de secado 1 una corriente de gas cargado de  $\text{SO}_2$ , de  $500 \text{ Nm}^3/\text{h}$ . Por el conducto 103 se aporta a la torre de secado 1 el ácido débil del depósito 113. Este

5. ácido fluye de la torre, que contiene guarnición, por un conducto 104 y vuelve al depósito 13. Por el conducto de gas 202, los gases cargados de  $\text{SO}_2$  ya secos se llevan a la zona de desnitración, que en este dispositivo está constituida por la torre de desnitración 2, en la que

10. los gases atraviesan de abajo arriba una carga de cuerpos de guarnición o relleno. La torre 2 recibe por un conducto 203 el ácido que contiene nitrosa, procedente del recipiente 15 y cuya cantidad se regula por medio de una válvula 2031. El ácido es recalentado en los cambiadores

15. de calor 8 y 9. El cambiador de calor 9 utiliza como líquido calorífero el vapor. El ácido desnitrado sale de la torre 2 por un conducto 204 y es enfriado en los cambiadores de calor 8 y 10 antes de ingresar en el depósito 16. Mediante una válvula 2032 situada sobre una

20. rama de salida del conducto 204 se recoge el ácido sulfúrico producido finalmente y se le lleva a un depósito de almacenamiento.

El cambiador 10 es alimentado por el agua de enfriamiento. Los gases cargados de óxidos de nitrógeno que salen de la torre 2 penetran por un conducto 302 en

25. la torre 3, que es la primera torre de la zona de tratamiento de  $\text{SO}_2$ , a la cual pertenece igualmente en el dis-

- positivo representado la torre 4. Los gases atraviesan de arriba abajo una carga de cuerpos de guarnición, preferentemente del tipo de los que se han descrito antes. La torre 3 recibe por un conducto 303 el ácido débil procedente del depósito 13, ácido que se enfría en el cambiador de calor 11. Como agente de enfriamiento se utiliza agua a 15° C. En virtud de la reacción producida en la torre 3, el ácido se calienta y vuelve por un conducto 304 al depósito 13.
- 5.
10. Los gases salen del pie de la torre 3 y penetran por un conducto 402 en la segunda torre 4 de tratamiento de SO<sub>2</sub>, la cual tiene la misma guarnición que la torre 3. El avance de los gases por esta torre 4 se realiza de abajo arriba, en contracorriente con el ácido, el cual es introducido por el conducto 403 a la cabeza de la torre 4. Un conducto 404 aporta el ácido de la torre 4 a la torre 3 y de ahí el ácido vuelve por el conducto 304 al depósito 13. La diferencia de temperatura del ácido entre la entrada y la salida de la torre 4 se mide permanentemente y se la mantiene por debajo de 2° C. Esta diferencia constituye una medida de la cantidad de SO<sub>2</sub> introducida en la torre 4. Cuando la diferencia se vuelve excesiva, se aumenta el caudal de riego en la torre 3, lo que suscita el tratamiento de una cantidad mayor de SO<sub>2</sub> en esta torre.
- 15.
- 20.
- 25.

En las torres 3 y 4 el ácido débil no absorbe cantidades notables de óxidos de nitrógeno. La

concentración de estos óxidos de nitrógeno en el gas se mantiene inalterada, pero el contenido de  $\text{NO}_2$  aumenta a costa del  $\text{NO}$ .

5. Por un conducto 502, los gases exentos de  $\text{SO}_2$ , que contienen los óxidos de nitrógeno en la relación volumétrica  $\text{NO} : \text{NO}_2 \approx 1 : 1$ , entran en la primera torre 5 de la zona de absorción de los óxidos de nitrógeno, zona que comprende las torres 5 y 6.

10. La torre 5 se alimenta de ácido sulfúrico por el conducto 503 en caudal comprendido entre 74 % en peso y 80 % en peso de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Dicho ácido, que absorbe los óxidos de nitrógeno, sale de la torre 5 por un conducto 504 y pasa al depósito 15.

15. Los gases de salida de la torre 5 son aspirados por un ventilador 17 e impulsados por un conducto 602 hacia la torre 6, que atraviesan de abajo arriba. Un conducto 603 aporta el ácido procedente del depósito 16 a la torre 6. El depósito 16 se alimenta de ácido sin nitrosa a partir de la torre 2, por medio del conducto 204, y a mencionado.

20. El ácido emanante de la torre 6 penetra por un conducto 604 en el depósito 16. Los gases salen de la segunda torre de absorción de óxidos de nitrógeno 6 por un conducto 702 y atraviesan de abajo arriba la torre 7 de deshidratación del ácido, la cual se halla curso abajo de la zona de absorción de los óxidos de nitrógeno.

La torre 7 contiene el ácido débil procedente del depósito 14, que puede ser calentado indirectamente por vapor en el cambiador de calor 12. Curso arriba del cambiador de calor 12 puede intercalarse aún una torrecilla de desgasamiento, montada en un conducto 703, la cual no está representada en el dibujo. Con la ayuda de esta torre de desgasamiento se pueden expulsar del ácido, por insuflación de una pequeña cantidad de aire, los vestigios de óxidos de nitrógeno.

5. La cantidad de aire necesaria es inferior a  $20 \text{ Nm}^2/\text{h}$  y se la introduce en el dispositivo curso arriba del ventilador 17.

En la torre 7 el ácido pierde agua y su temperatura desciende antes de ser reciclizado por un conducto 704 hacia el depósito 14.

15. Una válvula 7041 en el conducto 704 permite introducir en continuo una pequeña cantidad de ácido en el depósito 13. Entre los depósitos 13 y 14 se establece un conducto 133 de equilibración de líquido.

20. El volumen del ácido débil que circula por el depósito 13 aumenta en función de la formación de ácido sulfúrico en las torres 3 y 4 de tratamiento de  $\text{SO}_2$ .

En función de la cantidad producida, se lleva ácido débil por una válvula 1031 en la rama 105 del conducto 103 a la cabeza de la desnitración.

25. Las referencias 4021, 5021, 6021, 7021 y 8021 designan partes transparentes del circuito en las que se

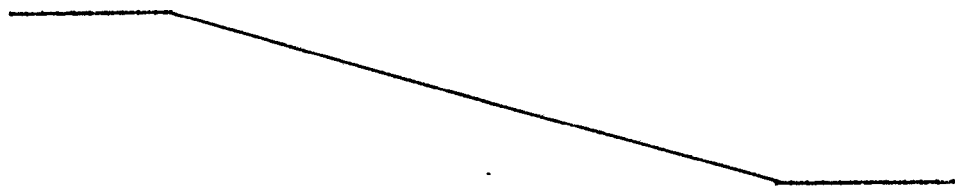
puede observar el color de la corriente gaseosa. Los gases exentos de  $\text{SO}_2$  escapan a la atmósfera por un conducto de salida 705.

5. Un dispositivo de dosificación 18 sirve para introducir agua por el conducto 104 en el circuito de ácido diluído. La alimentación del sistema con ácido nítrico, que forma la nitrosa, no está representada. Por medio de un dispositivo dosificador se añade ácido nítrico a la cabeza de la torre 2 de desnitración y de este modo se mantiene el índice deseado de nitrosa en el sistema de la torre.

10. A continuación se describe el funcionamiento de la instalación indicada en la figura 1 del dibujo, haciendo referencia a cierto número de ejemplos de puesta en práctica.

#### Ejemplo 1

15. Unos gases lavados procedentes de una tostación de sulfuro contienen de 1 a 1,5 % en volumen de  $\text{SO}_2$  y alrededor de 0,05 % en volumen de óxidos de nitrógeno.
20. Los gases tienen una temperatura de 35 a 40° C y están saturados de vapor de agua. El tratamiento en una instalación conforme a la figura 1 tiene las características de funcionamiento siguientes:



Características	Unidad	Nº de la torre						
		1	2	3	4	5	6	7
Volumen del espacio lleno de guarnición	m <sup>3</sup>	0,6	2,3	3	0,6	5	4	0,6
Superficie de guarnición	m <sup>2</sup>	96	240	420	120	800	960	96
5. Aspersión por hora	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	15	1,2	7	4	5	1,5	3
Temperatura del gas al entrar	°C	37	39	70	42	41	41	40
Temperatura del gas al salir	°C	39	70	42	41	41	40	60
Contenido de nitrosa del ácido saliente	% en peso de HNO <sub>3</sub>		<0,05	<0,02	<0,02	3	0,3	-
10. Peso por litro del ácido saliente	kg a 15°C	1,47	1,69	1,48	1,48	1,68	1,69	1,54
Temperatura del ácido saliente	°C	42	86	43	42	40	40	56

15. La instalación de lavado de los gases 605, que en la figura 1 del dibujo se indica en la parte superior de la torre 6, no se utiliza para la realización de este ejemplo. La torre 6 funciona como torre de guarnición normal. La torre 2 está aislada contra las pérdidas caloríficas.

20.

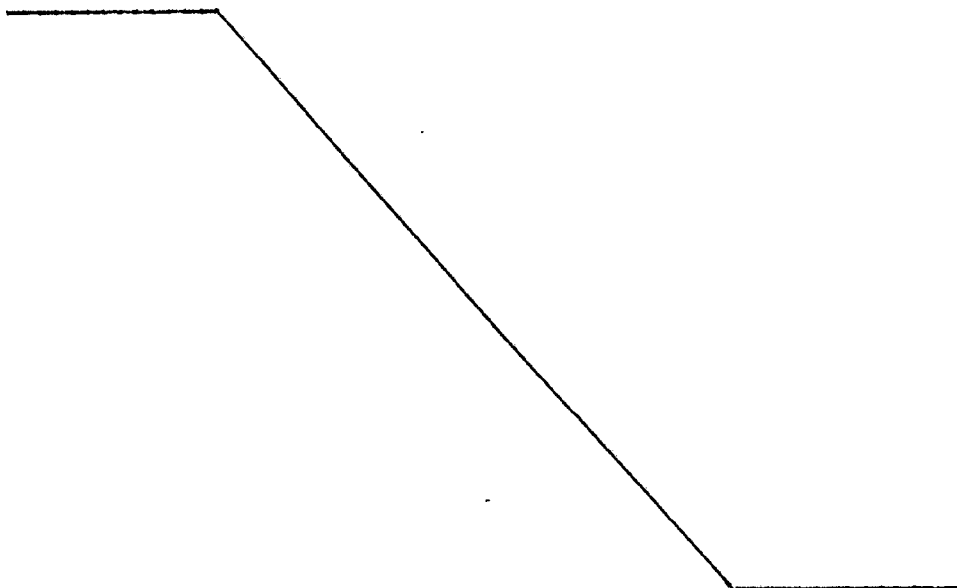
25. La energía calorífica introducida por el vapor asciende a unas 900 Kcal/kg de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 100 %. En virtud del índice de óxidos de nitrógeno en el gas de entrada de la instalación, no se produce consumo de ácido nítrico para la fabricación de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. A la salida de la zona de desnitración existe un índice de oxígeno de 1,8 % en volumen, aproximadamente. La temperatura óptima de

entrada del ácido en la torre 2 es de 83° C. Para dirigir los gases a través de las siete torres hay que emplear una presión de ventilador correspondiente a un total de 250 mm de agua.

5. El índice de  $\text{SO}_2$  en los gases salientes es inferior a 0,003 % en volumen.

Ejemplo 2

10. En un dispositivo de depuración se enfrían los gases cargados de  $\text{SO}_2$  procedentes de una instalación para la escisión de ácido sulfúrico y se eliminan los hidrácidos que contienen. Los gases tienen una temperatura de 50° C aproximadamente y están saturados de vapor de agua. El índice de  $\text{SO}_2$  es de 4 a 6 % en volumen y el de  $\text{O}_2$  sobrepasa el 10 % en volumen. El tratamiento de los gases en una instalación como la representada en el
15. dibujo, pero sin la torre 7 y sin el depósito 14, se efectúa en las condiciones operativas siguientes:



Características	Unidad	Nº de la torre					
		1	2	3	4	5	6
5. Volumen del espacio de guarnición	m <sup>3</sup>	0,6	1,5	2,1	0,6	3	3
Superficie de guarnición	m <sup>2</sup>	96	220	504	120	720	720
Aspersión por hora	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	15	3	10	4	6	3
Temperatura del gas entrante	°C	50	49	78	53	46	44
Temperatura del gas saliente	°C	49	78	53	46	44	42
10. Contenido de nitrosa del ácido saliente	% en peso de HNO <sub>3</sub>	-	<0,03	0,03	0,03	4,3	0,4
Peso por litro del ácido saliente	kg a 15° C	1,47	1,72	1,49	1,49	1,71	1,72
15. Temperatura del ácido saliente	°C	51	112	57	44	44	43

La concentración de los óxidos de nitrógeno en el gas, entre la desnitración y la absorción de estos óxidos, es de 4,5 a 5,5 % en volumen. La temperatura del ácido a la entrada de la torre 2 es de 81° C. El ácido obtenido tiene una concentración de 79 % en peso y presenta menos de 0,01 % en volumen de nitrosa, calculado en HNO<sub>3</sub> (al 100 %). No hay necesidad de aportar calor durante la operación. Sin embargo, al poner en marcha la instalación está indicado llevar la temperatura del ácido en la torre 2 rápidamente hasta el nivel óptimo, para lo cual se utiliza con ventaja un cambiador de calor calentado por vapor. Para 100 kg de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (al 100 %) se consumen 0,6 kg de HNO<sub>3</sub> (al 100 %) cuando se pone a con-

- tribución el dispositivo 605 de lavado de los gases (fig. 1). En este caso la resistencia al paso de los gases que opone el sistema compuesto de seis torres es de 40 milibares. Si no se hace funcionar el dispositivo de lavado de los gases que se halla en la parte superior de la torre 6, se llega a un consumo de  $\text{HNO}_3$  de 1,1 % en peso y a una resistencia al paso de los gases de 24 milibares. El tiempo de permanencia de los gases entre la desnitración y la absorción de los óxidos de nitrógeno es de 19 segundos. Los gases de salida contienen menos de 0,003 % en volumen de  $\text{SO}_2$ .
- 5.
- 10.

- El rendimiento espacio-tiempo por día es de 310 kg de ácido sulfúrico al 78 % en peso de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  por  $\text{m}^3$  de espacio de guarnición de la instalación de torres.
- 15.

#### Ejemplo comparativo I

- El tratamiento de los mismos gases de  $\text{SO}_2$  en una instalación que no comprenda el calentamiento indirecto del ácido cargado de nitrosa para la torre de desnitración, ni una torre de secado previo, ni, curso abajo, una torre de deshidratación del ácido, resulta imposible, porque la concentración del ácido para la absorción de los óxidos de nitrógeno desciende a menos del 74 % en peso y el sistema pierde en unas horas su contenido de óxidos de nitrógeno.
- 20.
- 25.

Ejemplo comparativo II

El tratamiento de los mismos gases de  $\text{SO}_2$  sin calentamiento del ácido que contiene la nitrosa para la torre de desnitración es igualmente imposible en un sistema conforme a la figura 1, porque no se puede fabricar ya un ácido suficientemente desnitrado.

Si antes de la primera torre de producción de ácido débil se intercala una torre de producción que reciba, como en una instalación de torres de Petersen, ácido procedente de la primera torre de absorción de los óxidos de nitrógeno (torre de desnitración), no se puede hacer funcionar este sistema más que con una cantidad disminuída de gases. El montaje citado de la torre de producción está descrito en la publicación ya mencionada de Winnacker-Küchler, página 45, figura 26a. En este caso, la concentración máxima de los óxidos de nitrógeno en el gas es de 2,8 % en volumen aproximadamente, frente al 5,5 % en volumen del procedimiento de este invento.

Para alcanzar el débil consumo de ácido nítrico que se produce en el procedimiento de este invento es forzoso, en el procedimiento antes conocido, reducir tan fuertemente el caudal de los gases que ya no se consigue más que un rendimiento diario espacio-tiempo de 140 kg de ácido sulfúrico al 78 % de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  por  $\text{m}^3$  de espacio de guarnición del sistema de torres.



Los cuerpos de guarnición dispuestos en las torres de ácido diluído de la zona de tratamiento de  $SO_2$  han de servir para establecer en el volumen limitado de la torre una superficie tan grande como sea posible.

5. Hasta aquí se ha comprobado que ciertos cuerpos particulares de guarnición de tipo filiforme son especialmente eficaces, porque en este caso la relación entre el espacio ocupado y el espacio colmado por el material de los cuerpos es extremadamente alta. Uno de los
10. cuerpos de guarnición más eficaces conocidos hasta hoy entre los de este tipo está descrito en la patente norteamericana n° 2.807.425. Se compone de material sintético en forma de espiral cuyo principio y cuyo fin están unidos uno a otro. No obstante, este cuerpo de guarnición conocido
15. tiene el defecto de ser de fabricación difícil a causa de su forma complicada y, por lo tanto, cara.

Tal inconveniente se soslaya utilizando un cuerpo de guarnición constituido por bastoncillos dispuestos de modo sensiblemente paralelo sobre un soporte.

20. A continuación se describe este cuerpo de guarnición valiéndose del dibujo adjunto y haciendo referencia a un ejemplo no limitativo. En el dibujo:
- la figura 2 es una vista tomada en perpendicular respecto a los bastoncillos y
25. - la figura 3 es un ejemplo de realización según una vista tomada paralelamente respecto a los bastoncillos.

Como se ve en las figuras 2 y 3, el cuerpo de guarnición está constituido por una pluralidad de bastoncillos 19, paralelos y de sección circular, que están fijados sobre un soporte común 20. El soporte 20 es axialmente simétrico respecto a un eje paralelo a los bastoncillos 19. Los bastoncillos 19 están fijados sobre el soporte 20 y sus longitudes se determinan de modo que el conjunto del cuerpo de guarnición tenga forma aproximadamente esférica 21. Como se comprende, también es posible utilizar cualquier otra forma para la envoltura del cuerpo de guarnición; por ejemplo, una forma elipsoidal.

El soporte 20 comprende tres círculos paralelos 2a, 2b y 2c y un disco 2d. Los tres círculos y el disco se mantienen juntos por medio de tirantes 2e, de modo que resulte una cesta fundamentalmente cónica. Este dispositivo permite obtener que los intervalos entre cada dos círculos y cada dos tirantes no sean demasiado pequeños y opongan en consecuencia fuerte resistencia a la circulación. El círculo 2a, que es el mayor, comprende en el exterior unas prolongaciones radiales 2f, cada una de las cuales lleva en su extremo un bastoncillo 19.

En lugar de la cesta cónica se puede utilizar también una cesta de forma piramidal como soporte para los bastoncillos. En este caso los círculos paralelos tienen forma poligonal (por ejemplo, triangular, cuadrada o hexagonal). Es ventajoso que dos por lo menos de los círculos lleven cada uno más de tres bastoncillos.

El cuerpo de guarnición descrito antes puede fabricarse fácilmente mediante moldeo por inyección, pues el molde que se ha de utilizar es en sí relativamente sencillo. Este molde sólo necesita componerse de dos partes, con la superficie de separación cónica y coincidente con la envoltura externa de tirantes 2e. Los espacios huecos, que son negativos respecto a los círculos y a los tirantes, consisten entonces simplemente en ranuras circulares o ranuras que siguen las envolturas de las dos superficies de separación del molde. En las dos mitades de éste existen escariados paralelos que corresponden con los bastoncillos. Estos escariados pueden ser cilíndricos o, de preferencia, cónicos, para facilitar el desmoldeo.

Para que el cuerpo de guarnición con las cualidades que se han descrito pueda desempeñar plenamente su papel, las distancias entre cada dos bastoncillos paralelos no deben ser inferiores al doble aproximadamente de su diámetro. Estas distancias corresponden de preferencia a 2 a 10 diámetros aproximadamente de bastoncillo. Además, las mallas del soporte en forma de cesta, o sea los intersticios limitados por cada dos círculos y cada dos tirantes, deben ser tan grandes como sea posible. Cuando se cumplen estas condiciones, el cuerpo de guarnición no presenta dirección preferente por lo que respecta a la resistencia a la circulación, o sea que conserva eficacia sensiblemente idéntica en cualquier posición.

Mediciones efectuadas en instalaciones de lavado de gases han demostrado que este cuerpo de guarnición preferido es superior, por lo que atañe al grado realizable de absorción, a los otros cuerpos de guarnición conocidos en forma de espiral, ya mencionados, y ello en las condiciones normales y en particular para caudales altos y concentraciones más débiles de los productos que se han de eliminar por lavado.

5. La expresión "nitrosa" utilizada en esta solicitud de patente significa una mezcla de óxidos de nitrógeno cuya relación de nitrógeno a oxígeno corresponde a la del compuesto  $N_2O_3$ . El ácido mencionado que contiene la nitrosa es un ácido sulfúrico diluído que presenta un índice de  $H_2SO_4$  hasta el 85 % en peso y en que están diluídos dicho  $N_2O_3$  y/o ácido nitrososulfúrico  $(NO)HSO_4$ .

-.-.-

N O T A

Descrito el objeto del presente invento se declaran nuevas y de propia invención las siguientes reivindicaciones, con prioridad de la solicitud de patente suiza número 3000/75 depositada el 10 de Marzo de 1975.

REIVINDICACIONES

=====

1. Procedimiento para separar de las corrientes gaseosas anhídrido sulfuroso, con obtención de ácido sulfúrico mediante óxidos de nitrógeno, en el sistema Patersen
5. de torres, en el que el gas que contiene el  $\text{SO}_2$  se introduce en una zona de desnitración y, después de atravesar ésta con una concentración en óxidos de nitrógeno de 1 % en volumen a lo menos, en fase gaseosa, pasa a una zona
10. de tratamiento del  $\text{SO}_2$  que comprende una torre de guardación a lo menos, en la cual el gas entra en contacto intenso con ácido sulfúrico de concentración inferior a 70 % en peso de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (ácido bajo), y el ácido utilizado para la absorción de los óxidos de nitrógeno en las
15. torres subsiguientes a la zona de tratamiento del  $\text{SO}_2$  contiene nitrosa y se halla en concentración comprendida entre 70 y 85 % en peso (preferentemente, entre 74 y 80 % en peso) de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (ácido de absorción), caracterizado en que:
20. a) el ácido que contiene la nitrosa, destinado a ser introducido en la zona de desnitración montada curso arriba (respecto a la dirección de la corriente de gases) de la primera torre de tratamiento de  $\text{SO}_2$ , regada con ácido bajo, se calienta a temperatura
25. superior a  $60^\circ \text{C}$ , por cambio indirecto de calor, antes de entrar en contacto con la corriente de gases que sale de la zona de desnitración, y

- b) el tiempo de permanencia del gas entre la salida de la zona de desnitración y la entrada en la primera torre de la zona de absorción de los óxidos de nitrógeno es menor de 30 segundos cuando los gases ingresantes en la zona de desnitración tienen una concentración de 5 % en volumen, a lo menos, de SO<sub>2</sub> y 10 % en volumen, a lo menos, de oxígeno (O<sub>2</sub>), mientras que para índices menores de SO<sub>2</sub> o índices menores de O<sub>2</sub> en los gases de entrada citados el límite superior del tiempo de permanencia se calcula según la fórmula

$$Z_{\max} = \frac{1500}{[SO_2] \cdot [O_2]}$$

15. en la que

$Z_{\max}$  es el tiempo de permanencia en segundos,  
 $[SO_2]$  designa el índice de SO<sub>2</sub> en el gas que entra en la zona de desnitración, en % en volumen, y

20.  $[O_2]$  designa el índice de oxígeno en el mismo gas, también expresado en % en volumen.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por contener a lo menos 0,2 % en volumen de SO<sub>2</sub> los gases que entran en la zona de desnitración.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado en que el espacio reaccional para la absorción de los óxidos de nitrógeno es por lo menos tan grande como la suma de los espacios reaccionales que sirven para la desnitración y el tratamiento del  $\text{SO}_2$ .
- 5.
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por ponerse en contacto con ácido débil los gases húmedos que contienen el  $\text{SO}_2$  en una zona de secado montada curso arriba de la zona de desnitración y por utilizarse una parte del agua procedente de los gases cargados de  $\text{SO}_2$  para la formación de ácido sulfúrico por cambio de ácido débil entre la zona de secado y una torre de producción de ácido débil perteneciente a la zona de tratamiento de  $\text{SO}_2$ , pero sin que dicha parte de agua pueda penetrar por un pasaje de gas en la zona de desnitración.
- 10.
- 15.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado en que la regulación de la concentración de ácido en la zona de desnitración se obtiene por introducción de ácido débil en el ácido introducido en una torre de la zona de desnitración.
- 20.
6. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado en que el calentamiento del ácido cargado en la torre de desnitración se efectúa por cambio indirecto de calor con el ácido emanante de dicha torre.
- 25.

7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado en que, para concentraciones de los óxidos de nitrógeno de 2 % en volumen o más en la fase gaseosa, a la entrada de la zona de tratamiento de SO<sub>2</sub>,

5.

I) se utilizan en la torre o las torres de producción de ácido débil cuerpos de guarnición con superficie superior a  $90 \text{ m}^2/\text{m}^3$  y

10.

II) el límite superior del tiempo de permanencia del gas entre la salida de la zona de desnitración y la entrada en la primera torre de absorción de los óxidos de nitrógeno se calcula, para un índice inferior a 10 % en volumen del oxígeno contenido en el gas, según la fórmula

15.

$$Z_{\max} = \frac{300}{[\text{O}_2]}$$

en la que

$Z_{\max}$  tiene el mismo significado que en la reivindicación 1 y

20.

$[\text{O}_2]$

es el índice de oxígeno, en % de volumen, en los gases a la salida de la zona de desnitración.

25.

8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado en que, para concentraciones de los óxidos de nitrógeno de 2 % en volumen o

más en la fase gaseosa, a la entrada de la zona de tratamiento de  $\text{SO}_2$ ,

5. I) se utilizan en la torre o las torres de producción de ácido débil cuerpos de guarnición con superficie superior a  $90 \text{ m}^2/\text{m}^3$  y
10. II) el límite superior del tiempo de permanencia del gas entre la salida de la zona de desnitración y la entrada en la primera torre de absorción de los óxidos de nitrógeno, para un índice de 10 % en volumen o más de oxígeno contenido en el gas, es de 30 segundos.
15. 9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado en que los gases que entran en la zona de desnitración tienen temperatura inferior a  $60^\circ \text{ C}$  o incluso inferior a  $45^\circ \text{ C}$ .
20. 10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado en que el ácido destinado a la torre de desnitración contigua de la primera torre de la zona de tratamiento de  $\text{SO}_2$ , regada por ácido débil, es calentado a  $80^\circ \text{ C}$  antes de establecer contacto con la corriente gaseosa.
11. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por utilizarse para el tratamiento del  $\text{SO}_2$  en una torre de producción de ácido débil cuerpos de guar-

- nición constituidos por un soporte que lleva bastoncillos dispuestos sensiblemente en paralelo o bien por un soporte en forma de cesta, compuesto de círculos situados coaxialmente a cierta distancia y que tienen diámetros crecientes,
5. y por ser la separación entre cada par de bastoncillos, en el primer caso, del doble a lo menos y mejor de 2 a 10 veces su diámetro o por comprender el soporte, en el segundo caso, a lo menos dos círculos que llevan cada uno cuatro bastoncillos a lo menos.
10. 12. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por ponerse el ácido débil, en una torre de deshidratación montada curso abajo de la última torre de la zona de absorción de los óxidos de nitrógeno, en contacto con la corriente de gas
15. industrial, para hacerle perder el agua, antes de introducirlo en la circulación de ácido de la zona de tratamiento de SO<sub>2</sub> o en la zona de desnitración.
20. 13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado por calentarse el ácido débil antes de introducirlo en la torre de deshidratación montada curso abajo.
25. 14. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por mantenerse a temperatura constante el ácido que contiene la nitrosa, destinado a la torre de desnitración instalada curso

arriba de la primera torre, regada por el ácido débil, en la zona de tratamiento de  $\text{SO}_2$ , mediante regulación del aporte de calor en un calentador del ácido.

5. 15. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por mantenerse constante la concentración del ácido emanante de la torre de desnitración instalada curso arriba de la primera torre, regada por el ácido débil, en la zona de tratamiento de  $\text{SO}_2$ , mediante introducción de ácido débil o agua en la torre mencionada primeramente.
10. 16. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 14 y 15, caracterizado por efectuarse la regulación de la relación  $\text{NO} : \text{NO}_2$  en el gas, antes de la entrada de éste en la zona de absorción de los óxidos de nitrógeno, mediante variación de la cantidad de ácido cargado de nitrosa que es introducido en la zona de desnitración.
15. 17. Procedimiento para separar de las corrientes gaseosas anhídrido sulfuroso, con obtención de ácido sulfúrico mediante óxidos de nitrógeno.
- 20.

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva que consta de 40 hojas foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras, acompañadas de los dibujos pertinentes.

Madrid, a 9 Marzo 1976

p.a.

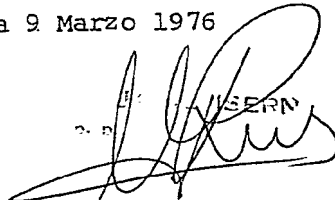
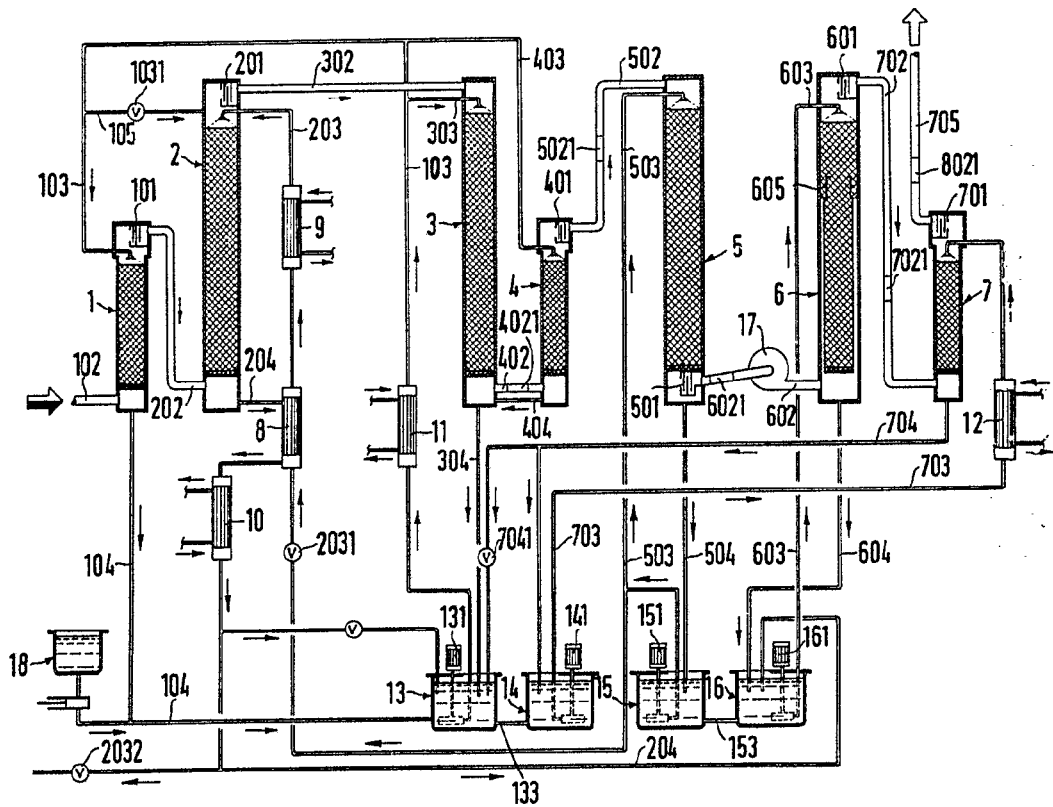
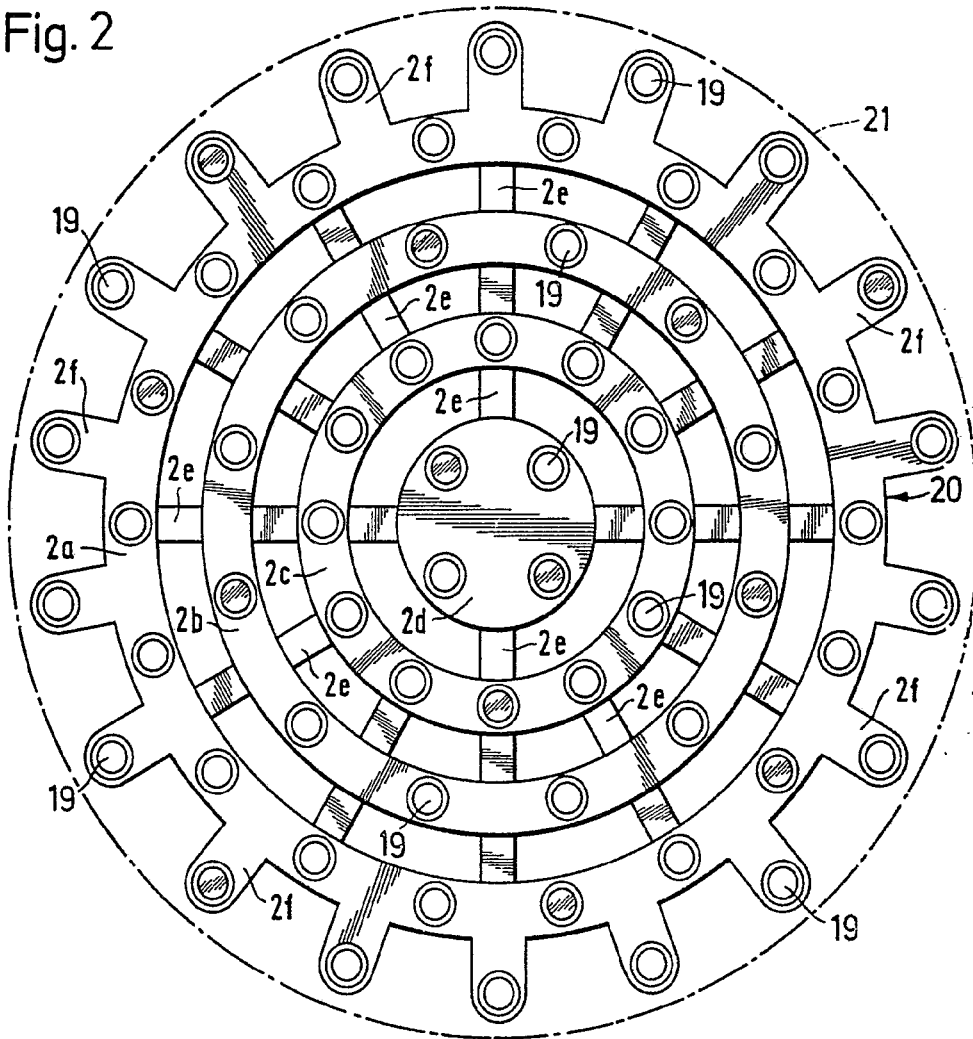
  
D. JOSÉ LUIS MORA  
D. JOSÉ LUIS MORA

Fig. 1



Madrid, a 9 MAR 1976  
p. a.  
JAMES KEENE  
p.

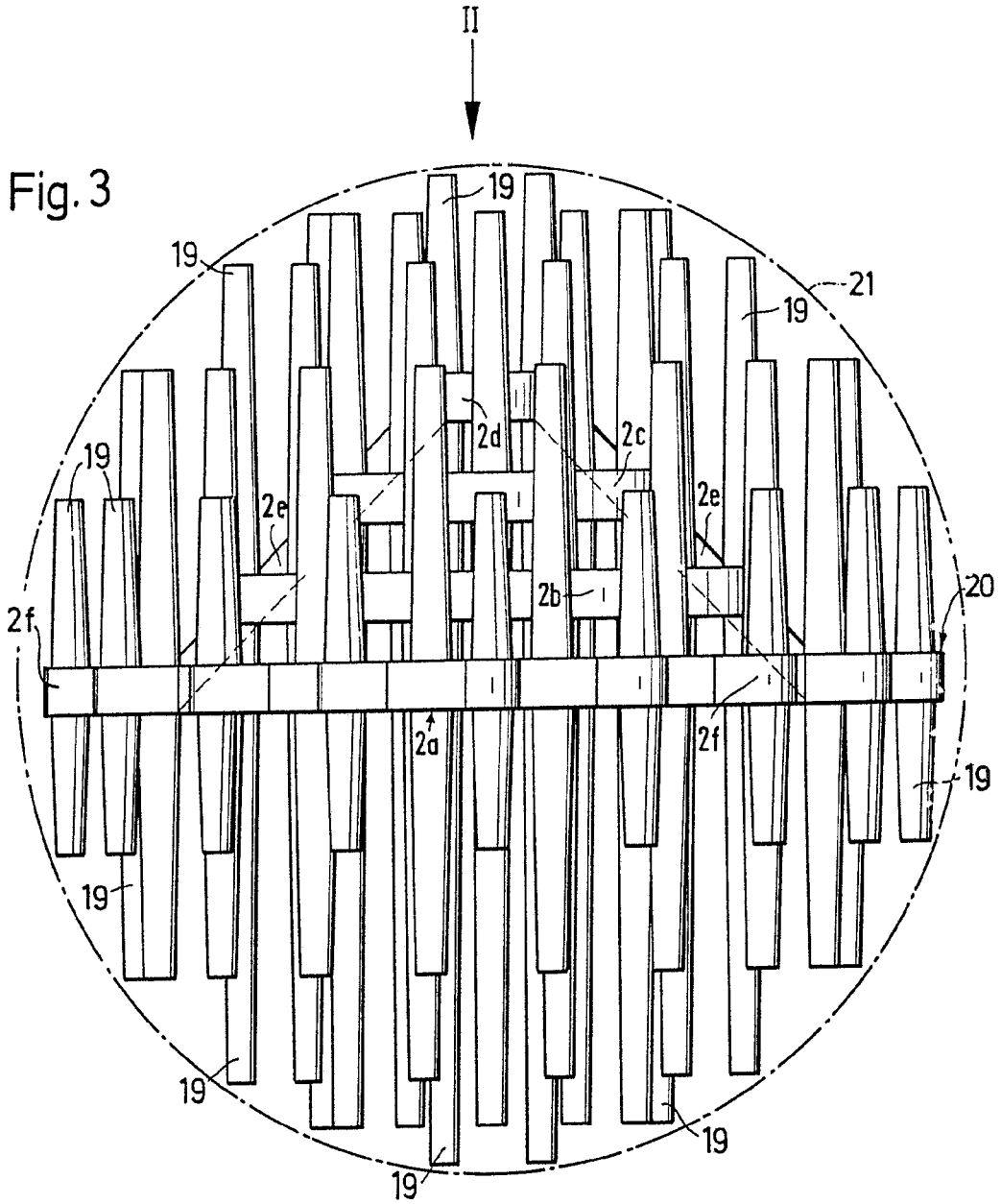
Fig. 2



III

Madrid, d 9 MAR 1976  
p. a.

J. L. GARCIA  
*[Signature]*  
INGENIERO DE OFICINA



Madrid, a 9 MAR. 1976  
p. a.  
*[Signature]*