

MINISTERIO DE INDUSTRIA

REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

ES	(11) NUMERO	(10) A 1
	(21) 471906	
	(22) FECHA DE PRESENTACION	
	20 JUL. 1978	

(Case 72-11265 ³)

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES:	(32) FECHA	(33) PAIS
(31) NUMERO		
9062/77	21 Julio 1977	Suiza

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	B01B.001B	

(64) TITULO DE LA INVENCION

"UN PROCEDIMIENTO CON SU INSTALACION DE REALIZACION PARA LA SEPARACION DE SO₂ DE UNA CORRIENTE DE GAS HUMEDO QUE LO CONTIENE"

(71) SOLICITANTE (S)

CIBA-GEIGY AG

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

Basilea (Suiza)

(72) INVENTOR (ES)

Dr. Volker FATTINGER

(73) TITULAR (ES)

CIBA-GEIGY A G

(74) REPRESENTANTE

Don JAIME ISERN CUYAS, Agente Oficial Propiedad Industrial

MEMORIA DESCRIPTIVA

Este invento se refiere a un procedimiento para la separación de SO_2 de una corriente de gas húmedo que contiene esta substancia, en una concentración que, por lo menos intermitentemente, es impermisiblemente elevada para descargarse en la atmósfera ambiente, con producción acompañada de ácido sulfúrico mediante el procedimiento de óxido de nitrógeno en un sistema de zonas de reacción, cuyo sistema es apto para la producción de un ácido sulfúrico fuerte con un contenido de H_2SO_4 superior al 70% en peso, en cuyo sistema la corriente de gas conteniendo SO_2 (que tiene un contenido de oxígeno suficientemente elevado para llevar este procedimiento a la práctica) se hace fluir a una presión manométrica suficiente para conducir el gas a través del sistema, sucesivamente

- (a) a través de una zona de pretratamiento;
- (b) a través de una zona de desnitración;
- (c) a través de una zona de elaboración de SO_2 en donde se pone en íntimo contacto con ácido sulfúrico diluido con una concentración inferior al 70% de H_2SO_4 (densidad de 1,615) fluyendo en un ciclo a través de la última zona; siendo dicha presión manométrica en dicha corriente de gas lo suficientemente baja para evitar un aumento del contenido nitroso en dicho ciclo ácido; y siendo dicha zona de elaboración de SO_2 lo suficientemente prolongada para tener presente SO_2 sustancialmente hasta su extremo, evitando con ello sustancialmente la disolución de óxidos de nitrógeno de dicha corriente de gas en ácido diluido de dicho ciclo;

y

(d) a través de una zona de absorción de óxidos de nitrógeno; calentándose indirectamente por lo menos una porción del ácido conteniendo nitroso que sale de dicha zona de absorción hasta una temperatura superior a 60°C y luego introduciéndose en dicha zona de desnitración salvando dicha zona de elaboración de SO₂ y absorbiéndose óxidos de nitrógeno en dicha zona de desnitración de dicho ácido conteniendo nitroso para entrar en la corriente de gas; obteniéndose con ello un ácido sulfúrico desnitrado que sale de la zona de desnitración, cuyo ácido tiene una concentración de H₂SO₄ superior al 70% en peso y está por lo menos sustancialmente libre de nitroso y siendo extraíble de dicho sistema como producto ácido; reciclandose una porción de dicho ácido sulfúrico desnitrado a través de dicha zona de absorción y absorbiendo óxidos de nitrógeno de la corriente de gas en dicha zona de absorción;

y cuyo procedimiento, comprende adicionalmente, las etapas de

(α) separar una porción de dicho ácido sulfúrico diluido de su ciclo a través de dicha zona de elaboración de SO₂ y poner esta porción ultimamente citada en contacto con una corriente húmeda de dicho gas que contiene SO₂ en dicha zona de pretratamiento;

(β) reintroducir en dicho ciclo a una primera porción del ácido resultante que está mas diluido por la humedad procedente de dicho gas y sustancialmente libre de óxidos de nitrógeno, transferible en dicha corriente de gas, con lo que se diluye el ácido sulfúrico formado en la zona de elaboración de SO₂, eluyendo así esta porción del contenido de humedad del gas que contiene SO₂ la trayectoria de flujo de gas que conduce a la zona de desnitra-

ción, y

(γ) separar otra porción del ácido sulfúrico diluido que sale de dicha zona de pretratamiento y conducir la porción ultimamente citada a través de una zona de deshidratación de ácido, en donde la porción ultimamente citada de ácido sulfúrico diluido se trata para evaporar de ésta el agua y devolver luego el ácido resultante mas concentrado a dicha zona de pretratamiento.

5
10 Un procedimiento de este tipo se ha descrito en la Offenlegungsschrift alemana 26 09 505, publicada en el 30 de septiembre de 1976.

El invento se refiere también a una planta de producción de ácido sulfúrico mejorada para llevar a cabo el procedimiento del presente invento.

15 Como parte de los intentos para mantener limpia la atmósfera constituye un problema acuciante la separación de SO_2 de las corrientes de gas de desecho. Se han llevado a cabo diversos intentos para recuperar el SO_2 separado de los gases de desecho, en forma utilizable, por ejemplo como azufre o ácido sulfúrico. Sin embargo, con bajas concentraciones de SO_2 es muy elevado el costo de recuperación de ácido sulfúrico. El procedimiento de "Contacto" de ácido sulfúrico catalítico requiere una extensiva purificación del gas para evitar el envenenamiento excesivamente rápido del catalizador y esta purificación hace necesario enfriar los gases. El calentamiento de los gases a la temperatura de inicio del catalizador y el secado del gas antes de que alcanza el catalizador implica elevados costos, Por este motivo se han llevado a cabo intentos para la formación de ácido sulfúrico a una temperatura inferior utilizando carbón activo o por medio de sales metálicas disuel-

20
25
30

tas catalíticamente activas (por ejemplo manganeso). Sin embargo, los procesos que resultan son relativamente costosos y complicados cuando tiene que producirse ácido sulfúrico puro conteniendo mas del 40% de H_2SO_4 .

5 El proceso de óxidos de nitrógeno para la producción de ácido sulfúrico tiene mas de 100 años. El proceso se describe, por ejemplo, en los libros siguientes:

- 10 - Winnacker-Küchler, Chemische Technologie, Vol. II, Carl Hauser-Verlag, Munich, 1970, pág. 38 y siguientes.
- Ullmann's Enzyklopädie der Technischen Chemie, 1964, Vol. 15, pág. 432 y siguientes.

En esta segunda referencia se utiliza el término "proceso nitroso".

15 Al igual que muchos otros procesos conocidos de óxido de nitrógeno-ácido sulfúrico, el procedimiento del invento se lleva a cabo también en la zona de desnitración y absorción con ácido sulfúrico presentando una concentración del 70 al 85 % en peso de H_2SO_4 , de preferencia con un ácido que tiene una concentración entre 20 72 y 80% en peso de H_2SO_4 (ácido de absorción).

Se sabe que pueden alimentarse en las plantas de óxido de nitrógeno-ácido sulfúrico cantidades mayores de gas cuando son aceptadas pérdidas mayores de 25 óxidos de nitrógeno en el gas consumido de la planta. Debido a intentos de mantener puro el aire es necesario operar plantas de óxido de nitrógeno-ácido sulfúrico con una concentración de óxidos de nitrógeno en el gas consumido tan baja como sea posible. Una comparación entre las relaciones de eficacia de los distintos procedimientos de óxi- 30 do de nitrógeno-ácido sulfúrico debe iniciarse a partir de

igual concentración de óxido de nitrógeno en el gas consumido emitido por las plantas.

5 En alemania, por ejemplo, se establece un límite máximo de 400 ppm para los óxidos de nitrógeno en el gas de desecho industrial vertido a la atmósfera.

10 En el procedimiento descrito en la Offenlegungsschrift alemana 26 09 505, debe llevarse al sistema energía térmica cuando los gases que han de elaborarse se contienen cantidades muy reducidas de SO_2 .

15 Los límites de los procesos de óxido de nitrógeno mejor conocidos, resultan fundamentalmente, del equilibrio del agua de la planta, debido a que, en la producción de ácido sulfúrico el agua es también necesariamente absorbida del gas. El motivo de la importancia del equilibrio del agua estriba en que para poder almacenar el ácido sulfúrico obtenido en tanques de hierro, el ácido debe contener mas del 65% en peso de H_2SO_4 , o sea no debe diluirse en exceso. El ácido sulfúrico producido con el presente procedimiento debe tener un contenido superior al 70%
20 y, de preferencia, superior al 72% en peso de H_2SO_4 , o sea debe ser un ácido "fuerte".

25 Cuando un gas contiene mas vapor de agua del consumido en la producción de un ácido sulfúrico de una concentración suficiente para la absorción de óxido de nitrógeno, se interfiere la operación del proceso de óxido de nitrógeno/ácido sulfúrico; las cámaras de reacción deben tener un gran volumen. Los gases que han de elaborarse según el invento pueden tener un contenido de humedad
30 de 20 a 60 g de H_2O por m^3 de gas o mas.

Asi pues, cuando se elaboran gases

húmedos con un contenido de SO_2 inferior al 6% en volumen a temperaturas por debajo de 60°C , los procedimientos de óxido de nitrógeno/ácido sulfúrico conocidos solo ofrecen una producción diaria de cantidades limitadas de ácido sulfúrico suficientemente concentrado por m^3 de espacio de reacción. Cuando se elaboran gases conteniendo 4 a 6% en volumen de SO_2 , las instalaciones modernas de Torre Petersen producen menos de 150 kg de un ácido sulfúrico conteniendo 78 % en peso de H_2SO_4 (ácido Glover) por m^3 de espacio cubierto por día. Solo con gases mas concentrados se obtienen superiores rendimientos de espacio-tiempo.

El contenido de humedad el gas en su entrada en el sistema de zonas de reacción descrito en DE-OS 26 09 505 debe ser por lo menos de 5 g de H_2O por metro cúbico de gas; los gases conteniendo SO_2 con menos humedad, en particular gases secos cuando se obtienen de un sistema de contacto para producir ácido sulfúrico no requieren el tratamiento según el procedimiento del invento, especialmente cuando debe producirse solo un ácido sulfúrico diluido como, por ejemplo, en el proceso de H.R. Merriam descrito en la patente estadounidense 1.822.447 concedida en 1931.

El gas de entrada puede contener solo pequeños remanentes de SO_2 , pero también de vez en cuando puede contener un pequeño porcentaje en peso de SO_2 (por ejemplo de 2 al 5% en volumen, o mas).

Cuando una corriente de gas contiene 8% en volumen de SO_2 o mas, por lo menos la mayor parte del tiempo es mas económico separar su contenido de SO_2 mediante oxidación catalítica a SO_3 .

Los gases de desecho que tienen las bajas concentraciones de SO_2 inicialmente citadas se producen, por ejemplo en plantas de la industria metalúrgica. Los gases

de chimenea de centrales térmicas que consumen aceite o carbón contienen unos pocos gramos, por ejemplo de 2 a 4 g, de SO_2/Nm^3 ($1 \text{ Nm}^3 = 1 \text{ m}^3$ a 1 atmósfera y 0°C). Cuando se aplican procesos conocidos de enriquecimiento, por ejemplo el proceso según la patente estadounidense 3.721.066, a gases de dicho bajo contenido de SO_2 , la regeneración de los agentes sólidos o líquidos de sorción cede gases que contienen cantidades variables de SO_2 , a concentraciones que son, frecuentemente, de solo un pequeño porcentaje en volumen, y que tienen un contenido de agua relativamente elevado.

Un contenido de agua "relativamente elevado" debe interpretarse aquí como un contenido de agua que excede del 50% en peso de SO_2 que contiene el gas por m^3 , es decir, por ejemplo, un contenido de agua superior a 50 g de $\text{H}_2\text{O}/\text{m}^3$ cuando están presentes 100 g de SO_2/m^3 .

La descomposición de ácido sulfúrico de desecho produce también gases de desecho con contenido relativamente bajo de SO_2 (por ejemplo de 50 a $150 \text{ g}/\text{m}^3$) debido a que una proporción sustancial del oxígeno es consumido por el combustible en el horno de descomposición.

El invento tiene también por objeto resolver el problema de asegurar una concentración de óxidos de nitrógeno en los gases consumidos purificados que sea inferior a su concentración máxima y que permita la descarga de los gases en la atmósfera ambiente.

Constituye también un objeto del invento el mejorar el proceso descrito en el principio de modo que cuando se elaboren gases conteniendo SO_2 , especialmente también gases con baja concentración de SO_2 , inferior al 6% en volumen de SO_2 el rendimiento de espacio-tiempo, calculado como ácido sulfurico al 78% se aumente sustancialmente de prefe

rencia a mas del doble de lo que hasta ahora es obtenible, y que, al propio tiempo, reduzca, de preferencia, el volumen del aparato de reacción hasta ahora necesario y que se obtengan estas mejoras de forma sustancialmente independiente del contenido de agua de los gases alimentados.

5

Constituye un objeto adicional del invento, mantener la suma de los volúmenes de las empaquetadoras de las torres utilizadas como zonas de tratamiento a un valor inferior de lo que es posible en el proceso descrito en la DE-OS 26 09 505. Constituye todavía un objeto adicional de este invento el reducir el consumo de calor del sistema anterior.

10

El problema antes expuesto se resuelve y los objetos anteriormente expuestos se obtienen de conformidad con el invento en un proceso tal como se ha descrito inicialmente que se caracteriza por la etapa de

15

(S) introducir en la zona de pretratamiento un compuesto de nitrógeno-oxígeno en una cantidad tal que, durante el contacto de la corriente de gas conteniendo SO_2 con ácido diluido en la zona de pretratamiento, el contenido del compuesto de nitrógeno-oxígeno (tal como se ha definido anteriormente) en la zona de pretratamiento, independiente de las variaciones del contenido del último compuesto de dicha zona de pretratamiento, es en todo momento de por lo menos 0,8 g de nitrógeno (en forma de dicho compuesto de nitrógeno-oxígeno) por mol. de SO_2 en la corriente de gas que ha de tratarse.

20

25

Los "compuestos de nitrógeno-oxígeno" utilizables en esta etapa del procedimiento son aquellos compuestos de nitrógeno y oxígeno que se encuentran normalmente o que se utilizan en el proceso de óxido de nitrógeno, o

30

sea NO , NO_2 , N_2O_3 , nitroso o ácido nítrico y opcionalmente también "cristales de cámara" sólidos. El ácido nitroso se oxida inmediatamente a óxido nítrico en el proceso de óxido de nitrógeno o cede N_2O_3 o forma nitroso con ácido sulfúrico.

5

Las sustancias gaseosas que contienen nitrógeno enlazado a oxígeno son por tanto gases que contienen NO o NO_2 o N_2O_3 . Las sustancias líquidas son, en particular, el propio ácido nítrico o ácido nitroso.

10

Una sustancia enriquecida con compuesto de nitrógeno-oxígeno que puede introducirse también en la zona de pretratamiento de conformidad con el invento consiste, de preferencia, en un ácido diluido que contiene este compuesto y que fluye hacia la zona de pretratamiento. Este ácido diluido se origina, de preferencia, en la zona de elaboración de SO_2 . El ácido nítrico puede introducirse también en el ácido diluido que fluye en la zona de pretratamiento para producir o aumentar el contenido de compuesto de nitrógeno-oxígeno.

15

20

De preferencia la cantidad de compuesto de nitrógeno-oxígeno que se introduce en la zona de pretratamiento corresponde a casi el 11,2 g de nitrógeno por mol de SO_2 contenido en dicha corriente de gas.

25

En la elaboración de los gases húmedos que contienen SO_2 el ácido sulfúrico en la zona de pretratamiento absorbe agua de la corriente de gas y, tal como se ha descrito inicialmente, el ácido sulfúrico de este modo diluido se alimenta a un aparato de contacto gas-líquido que se sitúa en el extremo del sistema (en la dirección del flujo de gas) y sirve como una zona de deshidratación de ácido, en donde, de preferencia, los gases de es

30

cape secas de la zona de absorción de óxidos de nitrógeno se ponen en contacto con el ácido mas diluido para separar de éste el agua.

5 El contenido de nitroso en el ácido que sale de la zona de pretratamiento es, evidentemente, tan bajo que es posible utilizar los gases que salen del sistema para la separación de parte del contenido de agua del ácido diluido en la zona de deshidratación de ácido. De este modo los gases de salida pueden cargarse con vapor
10 de agua y liberarse en el ambiente, ya que están prácticamente exentos de óxidos de nitrógeno.

De preferencia la zona de deshidratación de ácido y la zona de pretratamiento se conectan en serie en un ciclo de ácido diluido, en donde, ventajosamente, el ácido diluido fluye desde la zona de deshidratación de ácido, a través de un cierre de líquido que impide el flujo de gas, directamente en la zona de pretratamiento.
15

Este cierre impide que el flujo de gas pase de la última zona directamente en la zona de deshidratación de ácido y viciversa.
20

El ácido diluido que abandona la zona de pretratamiento puede ponerse en contacto en la zona de deshidratación de ácido con los gases consumidos de la zona de absorción de óxido de nitrógeno y el ácido sulfúrico resultante que contiene óxido de nitrógeno puede ser absorbido por este a partir de los gases consumidos y presentando una concentración ligeramente aumentada de H_2SO_4 puede reintroducirse directamente en la zona de pretratamiento.
25
30

La concentración de H_2SO_4 del ácido que entra en contacto con la corriente de gas que contiene

SO₂ se mantiene, de preferencia, inferior a la concentración de H₂SO₄ del ácido en la zona de elaboración de SO₂.

5 El procedimiento del presente invento hace posible operar con menos de 100 m³ de empaquetadura por Nm³/seg. de gas conteniendo SO₂ que ha de purificarse y, en adición, reducir el consumo de calor del sistema.

10 En presencia de compuestos de nitrógeno-oxígeno en la zona de pretratamiento produce en esta zona una reacción química inesperadamente fuerte, que se observa, por ejemplo en un aumento de la temperatura de salida de ácido, cuyo aumento se produce tan pronto como empieza la adición del compuesto de nitrógeno-oxígeno. El compuesto de nitrógeno-oxígeno puede introducirse en la zona de pretratamiento, por ejemplo, en forma de ácido sulfúrico conteniendo nitroso.

15 Alternativamente también es posible introducir ácido nítrico o gases que contienen óxido de nitrógeno que se origina a partir de una combustión catalítica de amoníaco en el pretratamiento. Debido a la baja concentración de ácido sulfúrico en la zona de pretratamiento y a la presencia de SO₂, el ácido sulfúrico no absorbe nada de nitroso en la última zona.

20 Por el contrario, el ácido sulfúrico conteniendo nitroso que se introduce en la zona de pretratamiento pierde rápidamente su contenido de óxido de nitrógeno a través de la liberación de óxidos de nitrógeno gaseosos.

25 A continuación del pretratamiento la corriente de gas conteniendo SO₂ entra en la zona de des-nitración. Se ha encontrado que la carga inicial del gas con óxidos de nitrógeno no obstaculiza aprecia-

30

blemente la desnitración mientras que la concentración del nitrógeno que se introduce en la zona de pretratamiento en forma de óxígeno enlazado no sea superior, por mol de SO_2 , a la cantidad antes citada de compuesto de nitrógeno-oxígeno correspondiente a 11,2 g de nitrógeno.

5

La operación de todo el sistema se intensifica sustancialmente con el empleo, según el invento, de compuesto nitrógeno-oxígeno en la zona de pretratamiento y, en la elaboración de gases conteniendo alrededor de 1% en peso de SO_2 , no es necesario mantener en parte alguna del sistema temperaturas superiores a 65°C . La temperatura superior se requiere para irrigar la zona de desnitración con ácido. Sin embargo, es suficiente calentar el ácido utilizado para este fin hasta una temperatura de 65°C en un intercambiador de calor para asegurar una desnitración suficiente y una completa elaboración de SO_2 en todo el sistema. La operación a temperaturas relativamente bajas significa un ahorro de energía térmica y, además, tiene la ventaja intrínseca de que pueden utilizarse materiales comparativamente económicos para la construcción de las unidades de la instalación.

10

15

20

Las plantas de ácido sulfúrico de conformidad con este invento pueden fabricarse, por ejemplo, de cloruro de polivinilo o de material que se revista con cloruro de polivinilo. Pro consiguiente es posible proporcionar un sistema que esté constituido totalmente por material termoplástico sintético o material de resina similar, con lo que se obtiene un ácido muy puro.

25

30

El procedimiento del presente invento ofrece ventajas particulares en la elaboración de gases que contengan una concentración relativamente baja de SO_2 ,

en particular de aquellos gases cuya concentración de SO_2 esté comprendida entre 0,2 y 8% en volumen, y de preferencia, entre 0,5 y 6% en volumen. Cuando la concentración de SO_2 en la corriente de gas es superior al 8%, es ventajoso llevar a cabo la ulterior elaboración por medio del procedimiento de contacto de ácido sulfúrico catalítico, que a elevadas concentraciones de SO_2 es más económico que el proceso de óxido de nitrógeno.

De conformidad con el invento es la zona de pretratamiento la que se utiliza para intensificar la elaboración de SO_2 . Al propio tiempo la zona de pretratamiento se utiliza también para secar gases húmedos que contienen SO_2 .

El empleo de la zona de pretratamiento con una unidad de secado de gas hace que el proceso sea particularmente apropiado para la elaboración de gases conteniendo SO_2 muy húmedos. Es particularmente importante una igualación del equilibrio de agua del sistema del presente invento cuando los gases que han de elaborarse tienen bajas concentraciones de SO_2 . Por gases que tienen bajas concentraciones de SO_2 se entienden aquellos gases que presentan una concentración inferior al 6% en volumen de SO_2 . Debido al invento es también posible elaborar gas conteniendo SO_2 cuyo contenido de humedad sea superior a una relación molar de $\text{H}_2\text{O}:\text{SO}_2$ de 2:1. Esto constituye una ventaja intrínseca del nuevo proceso debido a que, hasta ahora, la separación de humedad de grandes corrientes de gas de desecho solo ha sido posible con un consumo sustancial de energía y a costo elevado.

En la planta del presente invento se utilizan columnas de reacción de gas-líquido que se conectan en serie y a través de cada una de ellas fluye una corrien-

te de gas y un flujo de ácido.

El aparato apropiado para esta finalidad comprende una variedad muy amplia de aparatos de reacción conocidos en la ingeniería química tal como columnas de burbujeo, capas efervescentes y también, en particular, torres con empacaduras.

En el procedimiento del presente invento se utiliza un ácido con una concentración inferior al 70% en peso para la elaboración de SO_2 . Este ácido es llamado "ácido diluido" y en la vieja literatura corresponde a "ácido de cámara". El viejo término "torre Gay-Lussac" se sustituye por "torre de absorción". Durante la desnitración se efectúa una elaboración de SO_2 con formación de ácido sulfúrico.

En la descripción del invento la terminología utilizada en describir el sistema y sus detalles es la misma que la utilizada en la Offenlegungsschrift alemana 26 09 505 antes citada.

Asimismo es posible elaborar gases con un contenido de SO_2 del orden de menos del 2% en volumen, de preferencia de 1 a 2% en volumen, y con un contenido de vapor de agua correspondiente a una temperatura de saturación superior a 35°C (36 g/m^3 de H_2O), utilizando una concentración de óxido nítrico superior al 75% en peso, poniendo en contacto los gases de SO_2 húmedos con ácido diluido en una torre de secado de la zona de pretratamiento corriente arriba de la zona de desnitración, con lo que una parte de su contenido de vapor de agua se separa de los gases y el agua de los gases de entrada se utiliza para la formación de ácido sulfúrico por intercambio entre el ácido de la torre de secado y la torre de producción de ácido diluido.

do, sin que esta porción del agua pase a la zona de desnitración mediante una trayectoria de gas.

5 Si bien hasta ahora, como ya se ha
indicado anteriormente, el tiempo de residencia de los gases entre la zona de elaboración de SO_2 y la zona de absorción de ácido nítrico se extendía, por ejemplo, interponiendo una torre de regeneración entre las dos zonas, se reconoció un nuevo método con éxito en el procedimiento de conformidad con el invento, o sea reducir el tiempo de residencia tanto como sea posible entre la desnitración y la absorción de óxido nítrico pero, por otra parte, utilizar en
10 paquetaduras de área superficial suficiente para que se obtenga un intercambio de material muy intensivo entre gas y líquido.

15 Así pues, de conformidad con el invento, con un contenido de oxígeno inferior, el aumento en la concentración de NO_2 no se efectúa utilizando una cámara vacía, como en el caso del proceso de Petersen, sino aumentando la cámara de reacción que se carga con rellenos
20 y se alimenta a gotas con ácido diluido.

Por consiguiente, contrariamente a los sistemas conocidos, el procedimiento de conformidad con el invento evita, en la medida que es totalmente posible, dejar ningún espacio vacío, no llenado con empaquetadura, entre la desnitración y la absorción de óxido nítrico. Solo la combinación
25 de las diversas características del invento hace posible aumentar la eficacia de un sistema de torre hasta la extensión descrita, o sea, aumentar su rendimiento, aún cuando se elaboren gases conteniendo menos del 6% en volumen
30 de SO_2 , hasta un grado tal que puede obtenerse una producción de 300 kg de ácido sulfúrico al 78% por m^3 de espacio

con empaquetadura, o aún mas.

De preferencia, la planta para llevar a cabo el procedimiento de conformidad con el invento se diseña, o se controla el procedimiento, de modo que el espacio de reacción para la absorción de ácido nítrico sea por lo menos igual, o preferentemente superior, a la suma de los espacios de reacción para la desnitración y elaboración de SO_2 . Cuando este no es el caso, los óxidos de nitrógeno requeridos para llevar a cabo el procedimiento se pierden debido a que la absorción de óxido nítrico depende, fundamentalmente, del volumen de gas y no de la concentración de los óxidos de nitrógeno en el gas.

Con el establecimiento de los espacios de reacción en las proporciones antes citadas la totalidad de la instalación puede mantenerse sustancialmente menor que las instalaciones conocidas para los procedimientos del tipo inicialmente descrito.

En el proceso de instalación, de conformidad con el invento, la zona de elaboración SO_2 debe ser de suficiente longitud para tener presente SO_2 sustancialmente hasta su extremo, con lo que se evita sustancialmente la disolución de óxidos de nitrógeno en el ciclo inicialmente citado de ácido diluido y en cualquier porción de éste que irriga la zona de pretratamiento.

De preferencia la corriente de gas que pasa de la zona de desnitración al sector principal de la zona de elaboración de SO_2 abandona la zona de desnitración con una concentración de óxidos de nitrógeno de, por lo menos, 1% en volumen.

El rendimiento de la planta de conformidad con el invento puede mejorarse ulteriormente con las

medidas siguientes:

La corriente de gas que entra en la zona de desnitración está, de preferencia, a una temperatura inferior a 60°C.

5 Cierta cantidad de ácido diluido procedente de dicho ciclo puede introducirse intermitentemente en la zona de desnitración para regular la concentración del ácido en la zona anteriormente citada.

10 El tiempo de residencia del gas contenido SO₂ y óxidos nítricos entre el abandono de la zona de desnitración y la entrada a la primera torre de la zona de absorción de óxido nítrico, mientras pasa a través de la zona de elaboración de SO₂ entre ambas y siendo irrigado con ácido diluido, se mantiene inferior a 30 segundos cuando el
15 gas que entra en la zona de desnitración contiene, por lo menos, 5% en volumen de SO₂ y, por lo menos, 10% en volumen de O₂, mientras que, cuando el contenido de SO₂ en la entrada últimamente citada es inferior al 5% en volumen, se limita de preferencia el tiempo de residencia antes citado
20 hasta un periodo máximo determinado por la ecuación,

$$Z_{\max} = \frac{1,500}{[\text{SO}_2] \cdot [\text{O}_2]}$$

25 en cuya fórmula Z_{\max} es el tiempo de residencia en segundos, $[\text{SO}_2]$ denota el contenido de SO₂ en el gas que entra en la zona de desnitración, en % por volumen, y $[\text{O}_2]$ denota el contenido de óxígeno en la misma entrada de gas, en % en volumen.

30 En el caso de gases conteniendo más del 2% en volumen de SO₂ una torre de secado corriente arriba también ofrece ventajas con respecto al funcionamiento del sistema, pero no es absolutamente esencial. El calentamiento

to por encima de 60°C del ácido conteniendo nitroso que pasa a la torre de desnitración en la zona de desnitración, que con respecto a la dirección del flujo del gas se encuentra corriente arriba de la primera torre, irrigada con ácido diluido, en la zona de elaboración de SO₂, permite una drástica reducción en el espacio de reacción para la elaboración de SO₂ por la combinación de las medidas que se describen a continuación:

A una concentración de óxidos de nitrógeno de por lo menos el 2% en volumen y atendiendo una concentración de por lo menos el 1% en volumen de SO₂, (y un contenido de oxígeno libre inferior al 10% en volumen) en la corriente de gas que entra en el sector principal de la zona de tratamiento de SO₂,

(i) la última zona comprende por lo menos una torre en donde su torre de producción de ácido diluido se llena con empaquetadura que tiene un área superficial de más de 90 m²/m³, y

(ii) el límite superior del tiempo de residencia del gas entre el abandono de la zona de desnitración y la entrada a la primera torre de absorción de óxido nítrico, con menos del 10% en volumen de contenido de oxígeno en el gas, se calcula a partir de la ecuación

$$Z_{\max} = \frac{300}{[O_2]}$$

en donde

Z_{max} tiene el significado antes indicado y [O₂] denota el contenido de oxígeno, en % en volumen, en el gas que abandona la zona de desnitración.

POOR
QUALITY

Con una concentración de óxidos de nitrógeno de por lo menos el 2% en volumen y un contenido de SO_2 de por lo menos el 1% en volumen y un contenido de oxígeno libre de por lo menos el 10% en volumen en la corriente de gas que entra en el sector principal de la zona de elaboración de SO_2 ,

(i) la última zona comprende, por lo menos, una torre llena con una empaquetadura con un área superficial de más de $90 \text{ m}^2/\text{m}^3$, y

(ii) el límite superior del tiempo de residencia del gas entre el abandono de la zona de desnitración y la entrada en la zona de absorción de óxido nítrico puede ser aún inferior a 30 segundos.

La temperatura del ácido conteniendo nitroso que se introduce en la zona de desnitración se mantiene de preferencia, constante, regulando, correspondientemente, el calentamiento indirecto adicional de este ácido anteriormente citado. La cantidad de nitroso en el ácido diluido en dicho cilco, debido a la disolución de óxidos de nitrógeno en dicho sector principal, se mantiene, de preferencia a un máximo de 0,03% en peso, calculado como HNO_3 .

La concentración de H_2SO_4 del ácido que abandona la zona de desnitración puede mantenerse constante mediante la introducción de ácido diluido o agua en dicha zona, con lo que se mantiene la cantidad de agua alimentada al sistema tan baja como es posible.

Por último, la relación de NO frente a NO_2 presente en la corriente de gas antes de entrar en la zona de absorción de óxidos de nitrógeno se regula variando la cantidad de ácido conteniendo nitroso presente en un tiempo dado en la zona de desnitración.

La corriente de gas se desplaza a través de todo el sistema de zonas de reacción en el proceso de conformi

dad con el invento mediante un ligero exceso de presión o succión generado en una bomba, de preferencia al inicio o cerca del extremo del sistema. Es suficiente alrededor de 0,01 a 0,1 atmósferas de presión en exceso para conducir los gases a través del sistema. Esto no es suficiente para llevar a cabo una síntesis de presión del tipo descrito en la patente, estadounidense 2.184.707 de E. Berl que requiere presiones en exceso de 10 a 50 atmósferas sobre la presión ambiente.

El sistema de torre en donde se lleva a cabo el procedimiento de conformidad con el invento puede alimentarse con gas conteniendo SO_2 que está constituido por gases de desecho, tal como salen de la combustión de combustibles de bajo contenido de azufre o de la calcinación de menas conteniendo azufre, por ejemplo cuando se produce cobre, o como salen de otros procesos industriales, especialmente también de procesos de pre-concentración de gases de desecho para aumentar el contenido de azufre, y que usualmente contienen entre 0,4 y 4% de azufre, de preferencia de 1 a 3% en volumen de azufre en forma de SO_2 , o sea insuficiente SO_2 para utilizarse en el proceso de contacto.

En el gas residual que ha de tratarse de conformidad con el proceso del presente invento, o sea en el gas tal como entra en la zona de desnitración, el contenido de SO_2 no debe ser, de preferencia, inferior al 0,2 % en volumen.

En el procedimiento de conformidad con el invento, como en el de la Offenlegungsschrift alemana 26 09 505, las torres de la zona de elaboración de SO_2 trabajan con una concentración de óxidos de nitrógeno gaseo-

5 sos superior al 1% en volumen cuando el gas que entra en esta zona contiene menos del 2% en volumen de SO_2 , mientras que cuando los gases entrantes tienen un contenido de SO_2 mayor la concentración de óxido nítrico en la fase gaseosa debe ser superior al 2% en volumen.

10 Se conoce que resulta ventajoso llevar a cabo el calentamiento del ácido alimentado a la zona de desnitración mediante intercambio de calor con el ácido descargado de esta zona. La temperatura puede regularse salvando parcialmente el intercambiador de calor. En el caso de gases de SO_2 conteniendo menos del 2% en volumen de SO_2 es necesario utilizar calor que no se origine en el sistema de torre. La cantidad adicional de calor requerida es sorprendentemente baja y puede utilizarse vapor u otro medio calefactor de un nivel de temperatura relativamente bajo para el calentamiento indirecto del ácido. En las plantas industriales esta energía de calor se encuentra, frecuentemente, en abundancia procedente de los procesos de refrigeración.

20 El procedimiento de conformidad con el invento hace posible tratar gases que entran en la torre de desnitración a una temperatura inferior a 60°C . Los gases que entran a una temperatura inferior a 45°C pueden elaborarse todavía para producir ácido sulfúrico aún cuando tengan un contenido de SO_2 de solo 1 a 1,5%.

25 La elevación de la temperatura del ácido, antes de entrar en la torre de desnitración, por encima de 80°C permite una ulterior reducción del espacio de reacción requerido para la elaboración de SO_2 .

30 Las empaquetaduras apropiadas para las torres de producción de ácido diluido han demostrado ser

las empaquetaduras según la patente estadounidense 2.867.425
o patente estadounidense 3,752.453 y especialmente las del
tipo descrito mas adelante, cuya obtención es mas simple,
debido a que tienen una gran área superficial asociada con
5 una resistencia muy baja al flujo de gas.

Para regular la relación $\text{NO}:\text{NO}_2$ en el gas an-
tes de entrar en las torres de absorción de óxido nítrico,
se controla la cantidad de ácido conteniendo nitroso que
se alimenta a la torre de desnitración.

10 Según este aspecto del invento es la variación en la can-
tidad de ácido para la desnitración que sirve como el medio
de control en el sistema de torre y no la adición de agua;
como es mas usual en los sistemas de torre conocidos. Este
sistema de control utilizado de conformidad con el invento
15 hace posible automatizar el sistema de torre.

En la patente estadounidense 1.882.447 de H.F.
Merriam, la zona de desnitración comprende dos torres, una
"torre de desnitración de producto" y un desnitrador apropia-
do.

20 En contraste con el proceso y planta de confor-
midad con el presente invento, la torre de desnitración de
producto de Merriam se carga con gas seco a partir de un sis-
tema de contacto y con ácido sulfúrico diluido conteniendo
nitroso, y en esta torre, recogién dose la humedad del áci-
do por la corriente de gas que también absorbe óxidos de ni-
25 trógeno del ácido.

Como contrapartida a esto, en el procedimien-
to de conformidad con este invento la humedad del gas es
absorbida por el ácido diluido que pasa a través de la zo-
na de pretratamiento.
30

Detalles adicionales del invento se descri-
ben a continuación por medio de las modalidades, ilustra-

das en los dibujos, de una planta para llevar a cabo el procedimiento del invento.

En los dibujos:

5 La figura 1 es una representación esquemática de una primera modalidad de una planta de conformidad con el invento, en donde se introduce ácido nítrico en un ácido diluido que fluye hacia una zona de pretratamiento.

10 La figura 2 ilustra la parte izquierda de una modalidad similar a la figura 1, en donde, no obstante, el gas residual que contiene compuesto de nitrógeno-oxígeno procedente de una unidad de combustión de amoníaco se introduce en la línea de alimentación para el gas que contiene SO_2 .

15 La figura 3 muestra una vista parcial de una tercera modalidad de la planta de conformidad con el invento en cuya modalidad ácido sulfúrico conteniendo nitroso se admite en la zona de pretratamiento, y por último,

20 La figura 4 muestra una vista esquemática de una cuarta modalidad de una planta de conformidad con el invento, en donde ácido que contiene óxido de nitrógeno, procedente de la zona de absorción de óxido de nitrógeno, se introduce, con o sin adición de ácido nítrico en la zona de pretratamiento.

25 La figura 5 muestra una vista de una modalidad de un relleno preferido y

La figura 6 muestra una vista de la misma modalidad ortogonal a la vista de la figura 6.

30 A continuación se describe con mayor detalle las formas preferidas de llevar a cabo los diversos aspectos del proceso de conformidad con el invento en relación a la instalación representada en los dibujos:

La primera modalidad de una planta para llevar a cabo el procedimiento del invento que se ilustra en la figura 1 comprende siete aparatos de reacción conectados en serie y constituyendo distintas zonas de tratamiento. Las columnas se ilustran en los dibujos como columnas con empaquetadura que son irrigadas con ácido. Con el fin de abreviar estos aparatos de reacción se denominaran en lo sucesivo "torres".

Una corriente de gas que ha de tratarse en la planta de conformidad con el proceso del presente invento, que contiene, en adición a nitrógeno, alrededor del 10% en volumen de oxígeno y presenta, por lo menos intermitentemente, una concentración de SO_2 excesivamente elevada para descargarse en la atmósfera ambiente y un contenido sustancial de vapor de agua, por ejemplo del 4% en volumen, se introduce a través del conducto 102 en la base de la empaquetadura contenida en una torre 1 que sirve como la zona de pretratamiento, y se conduce desde la cabeza del relleno de la torre 1 a través del conducto de gas 22 a la base de la empaquetadura de una torre de denitración 2. La corriente de gas pasa desde la cabeza de la torre 2, a través del conducto 32, a la cabeza de una primera torre 3 de elaboración de SO_2 de la zona de elaboración de SO_2 y, después de fluir hacia abajo a través de la empaquetadura de la torre 3, pasa a través del conducto de gas 42 a la base de la empaquetadura de una segunda torre 4 de elaboración de SO_2 .

La corriente de gas fluye hacia arriba a través de esta empaquetadura y se conduce desde la cabeza de la torre 4 de la zona de tratamiento de SO_2 , a través del conducto de gas 52, a la cabeza de una primera torre 5 de la zona de absorción de óxido de nitrógeno, a través de cuya empaquetadura fluye de arriba hacia abajo. A partir de la

base de esta empaquetadura la corriente de gas es succionada por el ventilador 67 y forzada a través del conducto 62 para entrar en la empaquetadura de la segunda torre de absorción 6, que atraviesa de abajo a arriba.

5 Luego la corriente de gas abandona la cabeza de la torre 6 a través del conducto de gas agotado 72 y entra en la torre de deshidratación de ácido 7 a través de cuya empaquetadura fluye desde el fondo hacia arriba. Según el invento, la torre 7 está dispuesta directamente encima de la torre 1 y su interior está separado del de la torre 1 mediante un cierre de líquido para el paso de gas 77 que impide que el gas procedente del conducto 72, que entra en la torre 7 por el extremo inferior de su empaquetadura, penetre en el espacio de la torre 1 sobre la empaquetadura de ésta y por tanto que entre en el conducto de gas 22 y viceversa.

Por último, el gas agotado, que está ahora exento de SO_2 , o que solo contiene todavía SO_2 en una concentración que es permisible para descargarse en la atmosfera ambiente, abandona la planta a través del conducto de gas agotado 705.

Los dibujos ilustran solo los flujos de ácido entre las distintas torres. Cada empaquetadura puede estar provista con un ciclo de ácido adicional.

25 Sin embargo, estos ciclos no se representan en los dibujos para simplificar la ilustración. Por debajo de las empaquetaduras de las torres se encuentran sumideros de los que el sumidero común a las torres 1 y 7 en el fondo de la torre 1 se designa con la referencia numérica 71 y los sumideros de las torres 2 a 6 estan numerados con 21, 31, 41, 51, y 61, respectivamente. Las bombas 25, 35, 45, 55, 65, y 75 se utilizan para transportar el ácido para irri-

gar las empaquetaduras de las torres 2, 3, 4, 5, 6, y 7 a la última. El ácido que fluye desde la empaquetadura de la torre 7 entra en la empaquetadura de la torre 1 a través del cierre de líquido 77. Los intercambiadores de calor 24 y 74 están destinados para calentar los ácidos que fluyen a través de los conductos 23 y 73, respectivamente, para entrar en las empaquetaduras correspondientes de las torres 2 y 7. Los intercambiadores de calor 34, 44 y 64 refrigeran los ácidos que fluyen a través de los conductos 33, 43 y 63 hacia las empaquetaduras correspondientes de las torres 3, 4 y 6, respectivamente.

En las modalidades de las figuras 1 a 4 las torres 3 y 4 pertenecen a la zona de tratamiento de SO_2 que es irrigada con un ácido diluido que tiene una concentración de H_2SO_4 inferior al 70% en peso y que circula a través de las empaquetaduras de ambas torres citadas. En el proceso que se lleva a cabo en la planta ilustrada en la figura 2, la concentración de H_2SO_4 del ácido en las torres 3 y 4 es de alrededor del 65% en peso. La torre 4 se dispone en el extremo de la zona de elaboración de SO_2 . Se ha encontrado que el ácido en el extremo de esta zona absorbe cantidades sustanciales de óxidos de nitrógeno.

Es usual medir el contenido nitroso de ácido sulfúrico haciendo que fluya el ácido en una cantidad ya preparada de una solución de KMnO_4 ácida hasta que desaparece la coloración roja del anión de MnO_4 . Este método de análisis se basa en la oxidación del nitroso a ácido nítrico. Se ha encontrado que los valores del contenido de nitrógeno enlazado a oxígeno en este método son excesivamente bajos cuando se aplica al ácido diluido que abandona el sumidero 41, en el extremo de la zona de elaboración de SO_2 .

La determinación del contenido total de nitrógeno de este ácido por otros métodos analíticos, por ejemplo con el método de Kjeldahl, resulta en la obtención de valores de contenido total de nitrógeno que son dos o tres veces superiores. Se considera que el ácido tiene también un contenido de ácido nítrico, además de nitroso.

Quando se lleva a cabo el procedimiento en la planta ilustrada en la figura 1, se encontró en el ácido que fluye fuera de la segunda torre 4 de elaboración de SO_2 un contenido de compuestos de nitrógeno-oxígeno, expresado como $1/2 \text{N}_2$, superior a 1 g/litro. Esto corresponde a un contenido de HNO_3 de 4,5 g/litro. Según puede desprenderse de la figura 1, el ácido fluye de la empaquetadura de la torre 4 a través del sumidero 41 de esta torre y se bombea por la bomba 35 a través de un conducto 33 al intercambiador de calor 34 y luego a través del conducto 33 a la empaquetadura de la torre 3 y pasa del sumidero 31 en la base de esta torre a través del conducto 43 e intercambiador de calor 44, que refrigera el ácido, por medio de la bomba 45 volviendo a la cabeza de la torre 4. El ácido diluido que fluye de la empaquetadura de la torre 1 al sumidero 71 de esta torre se transporta luego por medio de la bomba 75 a través de un conducto 73 y a través del intercambiador de calor 74, que calienta el ácido, y prosigue a través del conducto 73 para entrar en la cabeza de la torre 7 cuya empaquetadura constituye la zona de deshidratación de ácido. De este modo se cierra el ciclo de ácido diluido para la zona de pretratamiento a través del conducto 73, que se separa del ciclo de ácido diluido de la zona de elaboración de SO_2 . Esto se realiza mediante el ácido diluido, con el que se irriga la empaquetadura de la torre y en la cabeza, fluyendo hacia abajo a través de

la empaquetadura y a través del cierre de líquido 77 en el fondo de la torre 7 para entrar luego en la empaquetadura de la torre 1 que está dispuesta debajo de la torre 7.

5 La cantidad de agua absorbida por este ácido en este ciclo en la empaquetadura de la torre 1 se transporta de este modo, directamente, al extremo del sistema, o sea, la empaquetadura de la torre 7, en donde es cedida al gas agotado del sistema que se alimenta a través del conducto 72.

10 El ácido diluido cuando pasa a través de la zona de pretratamiento en la torre 1 ya ha sido calentado. Calentamiento adicional en el intercambiador de calor 74 aumenta la liberación de agua en la empaquetadura de la torre 7. El agua evaporada que abandona el sistema en forma de vapor junto con los gases agotados liberados del SO_2 , a través del conducto 705.

15 Esta etapa de separación de agua, por medio de la cual se seca la corriente de gas en la zona de pretratamiento, hace que se transporte menos o ningún vapor de agua y por tanto hace posible mantener una concentración de ácido suficientemente elevada (por ejemplo del 75 % en peso de H_2SO_4) en la empaquetadura de la torre de desnitración 2 y en las empaquetaduras de las torres de absorción de óxido de nitrógeno 5 y 6.

20 Con el control de suministro de fluido de calentamiento al intercambiador de calor 74 puede regularse la cantidad de agua liberada, con lo que es posible ajustar la concentración de H_2SO_4 del ácido en el ciclo a través de las empaquetaduras de las torres 7 y 1 hasta un nivel deseado. Tal como ya se ha expuesto anteriormente, el ácido que fluye de la empaquetadura

30

de la torre 7 a través del cierre de líquido que impide el flujo de gas 77 se utiliza directamente para irrigar la empaquetadura de la torre 1.

En la modalidad de la planta
5 ilustrada en la figura 1 se ramifica una porción del ácido diluido que circula en la zona de tratamiento de SO_2 y se conduce a través del conducto 30 y la válvula 76 a la empaquetadura de la torre de pretratamiento 1 y por tanto en el ciclo de ácido de las torres 1 y
10 7, con lo que esta empaquetadura es proporcionada con los compuestos de nitrógeno tomados por el ácido en la empaquetadura de la torre 4.

El flujo de ácido a través del conducto 30 que entra en el ciclo de ácido diluido de
15 las empaquetaduras de las torres 7 y 1 hace que se eleve el nivel del ácido en el sumidero 71 común para ambas torres, con lo que el ácido del sumidero 71 se conduce de nuevo a través del conducto 133 a la zona de elaboración de SO_2 . Es ventajoso mantener la concentración de ácido
20 en la zona de pretratamiento tan baja como sea posible, debido a que el ácido no absorbe luego ningún óxido de nitrógeno, sino que los libera en la corriente de gas. Sin embargo un descenso excesivo de la concentración de H_2SO_4 en este ácido no es permisible cuando han de elaborarse gases conteniendo SO_2 relativamente húmedos, debido a que en dicho caso el ácido se vuelve excesivamente dé
25 bil para absorber agua y el agua pasa luego a la zona de desnitración (torre 2), con lo que se produciría una reducción excesiva de la concentración de ácido. En la
30 planta ilustrada en la figura 1 la concentración de H_2SO_4 del ácido en el ciclo a través de las empaquetaduras de las

torres 7 y 1 de alrededor del 60% en peso. La concentración de H_2SO_4 del ácido en la zona de elaboración de SO_2 (empaquetaduras 3 y 4) es, tal como se ha indicado, de alrededor del 65% en peso. La corriente de gas que ha de tratarse tiene, de preferencia, una temperatura de alrededor de $40^{\circ}C$ al entrar en la torre de pretratamiento 1 a través del conducto 102.

El nivel de los sumideros 31 y 41 se eleva lentamente según la formación de ácido sulfúrico en las empaquetaduras de las torres 3 y 4.

Para obtener un estado de igualización se alimenta una pequeña cantidad de ácido de forma continua a través de los conductos 30 y 36 en la empaquetadura de la torre de desnitración, 2. El ácido desnitrado que tiene una concentración de H_2SO_4 de alrededor del 75 % en peso y que abandona el sumidero 21 de la torre 2, se conduce a través de un conducto 63 a la cabeza de la empaquetadura de la torre 6 que forma la parte extrema de la zona de absorción. Por medio de una válvula 66 se extrae una pequeña cantidad de ácido, de forma continua, del sistema. Este ácido es el ácido sulfúrico final que ha de producirse y tiene, de preferencia, una concentración de H_2SO_4 de 75 a 85 % en peso. Las pérdidas de óxido de nitrógeno de todo el sistema son suplidas en la planta de la figura 1 por la adición de ácido nítrico que se almacena en el contenedor 91 y se alimenta a la línea 30 por medio de una bomba 27 y una válvula 28.

En la modalidad de una planta del presente invento, ilustrada en la figura 2, no se introduce en la empaquetadura de la torre 1 ácido diluido procedente de su ciclo a través de la zona de elaboración de SO_2 . En esta modalidad el suministro de un compuesto de nitrógeno

no enlazado a oxígeno no se efectúa en forma de ácido nítrico sino en forma de óxidos de nitrógeno gaseosos. Además es ventajoso no introducir los óxidos de nitrógeno gaseosos directamente en la zona de elaboración de SO_2 (empaquetaduras 3 y 4). Se ha encontrado que se obtiene un efecto más rápido y fuerte disolviendo primero los óxidos de nitrógeno en ácido sulfúrico e introduciendo subsiguientemente, el ácido sulfúrico enriquecido con nitrógeno en la zona de elaboración de SO_2 .

En la figura 2 una unidad para la oxidación catalítica de amoníaco se designa con la referencia numérica 108. Los óxidos de nitrógeno aquí producidos se enfrían en el intercambiador de calor 104 y a continuación fluyen a través de la columna 110 desde el fondo hacia arriba. A través del conducto 114 puede introducirse ácido diluido por medio de la válvula 106 desde el sumidero 71 de la torre I en la columna 110. El ácido diluido que se satura con óxidos de nitrógeno pasa, a través de un sumidero 101 y a través de un conducto 115 al sumidero 116 y a través del conducto 117 y la válvula 118 a la cabeza de la empaquetadura de la torre 3. El ácido diluido que se absorbe a través de los conductos 115 y 117 del ciclo que se extiende a través de la torre 7, torre 1, intercambiador de calor 74 y el conducto 73 es sustituido, como ya se ha citado, por ácido diluido que fluye a través del conducto de igualización 133.

La porción de los óxidos de nitrógeno que no es absorbida en la columna 110 pasa a través del conducto 112 y el conducto 112 para entrar en la corriente principal de gas que ha de tratarse en la planta.

En la modalidad de la planta del presen

sente invento, ilustrada en la figura 3, el compuesto de nitrógen-oxígeno de la zona de pretratamiento se produce irrigando adicionalmente la empaquetadura de la torre 1 con ácido sulfúrico enriquecido con nitroso. Este ácido es desviado del conducto de alimentación 54 para éste del sumidero 51 de la primera torre de absorción de oxido de nitrógeno 5, y se conduce a través del conducto de derivación 123 a la cabeza de la empaquetadura de la torre 1.

En la modalidad de la planta ilustrada en la figura 4 se toma de un tanque de depósito especial 80 un líquido que contiene un compuesto de nitrógeno enlazado a oxígeno, en particular ácido nítrico y se introduce en la cabeza de la empaquetadura de la torre 3, cuya empaquetadura se irriga también con ácido diluido procedente de la torre 4 de la zona de elaboración de SO_2 a través del conducto 33.

En el curso de esta operación se induce una reacción sorprendentemente fuerte durante el consumo del contenido de nitrógeno del líquido en la torre 3, con lo que se acelera considerablemente la elaboración de SO_2 en esta zona. Es esencial que el ácido nítrico o los oxidos de nitrógeno en la fase líquida se mezclen íntimamente en la empaquetadura de la torre 3, pasando a través de ésta el ácido diluido. El ácido pobre en nitroso procedente de la torre de desnitración 2 fluye a través de la zona de absorción (torres 6 y 5) y el ácido enriquecido con nitroso formado fluye de la empaquetadura de la torre 5 al sumidero 51, y parte de este también a través de un conducto 82 de la válvula 56 en el tanque 80.

El tanque 80 contiene ácido sulfúrico con

un elevado contenido de nitroso y/o ácido nítrico. Además el ácido nítrico puede alimentarse a través del conducto 83 en el tanque 80 para compensar las pérdidas de óxido de nitrógeno del sistema. Tan pronto como el contenido de NO de la corriente de gas que abandona la zona de absorción de óxido de nitrógeno a través del conducto 72 aumenta sobre un nivel permisible determinado, o cuando el aumento en la concentración de NO en esta corriente de gas excede una proporción predeterminada, la bomba 85 se pone en funcionamiento y fluye, a través de la válvula 46 y a través del conducto 37 ácido sulfúrico con una elevada concentración de nitroso y/o ácido nítrico para entrar en la empaquetadura de la torre 3.

De conformidad con el invento, una porción del líquido que contiene un compuesto de nitrógeno enlazado a oxígeno se alimenta en la torre de pretratamiento 1 con el cierre completo o parcial de la válvula de la planta ilustrada en la figura 4, mientras que se abre la válvula 86. De este modo todo o parte del ácido sulfúrico que tiene una elevada concentración de nitroso y/o ácido nítrico que es transportado por la bomba 85, se alimenta desde el contenedor 80, a través de un conducto 70, a la cabeza de la empaquetadura de la torre 1.

Tan pronto como el contenido de NO de los gases que abandonan la zona de absorción ha descendido por debajo de un valor límite permisible predeterminado, o cuando la proporción de pérdidas de NO excede un valor determinado, la válvula 46 puede cerrarse por completo.

El empleo, de conformidad con el invento de compuesto de nitrógeno-oxígeno, en la zona de pretratamiento intensifica en gran manera el funcionamiento de

todo el sistema y, por ejemplo, en la planta de la figura 1 no es necesario, cuando se elaboran gases que tienen una concentración de SO_2 de alrededor del 1% en volumen, calentar parte alguna del sistema hasta una temperatura superior a 65°C para asegurar una desnitración suficiente y una completa elaboración del SO_2 en todo el sistema.

Con la introducción de ácido conteniendo óxido de nitrógeno en la empaquetadura de la torre 1, puede elaborarse sustancialmente más gas conteniendo SO_2 sin aumentar el contenido de nitroso del ácido en el sumidero 51 y sin aumentar el contenido de óxido de nitrógeno de los gases agotados del sistema, que pueden elaborarse sin esta introducción. Con la adición de 0,05 mol de un compuesto de nitrógeno enlazado a oxígeno por Nm^3 de gas en la empaquetadura de la torre 1 puede aumentarse la eficacia del sistema hasta $460 \text{ Nm}^3/\text{h}$. Una adición de 0,3 mol de un compuesto de nitrógeno enlazado a oxígeno por Nm^3 de gas permite un aumento de la eficacia hasta $650 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

Prescindiendo de estas medidas, de conformidad con el invento, cuando el contenido de óxido de nitrógeno en el gas agotado del sistema debe mantenerse por debajo de un límite de emisión permisible de 400 ppm, es posible elaborar solo $400 \text{ Nm}^3/\text{h}$ de gas en el sistema, aún con un control óptimo.

El contenido de nitroso del ácido en el sumidero es del 2% en peso, calculado como HNO_3 .

El ácido en el sumidero 41 contiene 0,3% en peso de un compuesto de nitrógeno enlazado a oxígeno, calculado como HNO_3 .

La adición de un compuesto de nitro-

geno enlazado a oxígeno a través del conducto 30 y la válvula 76 a la empaquetadura de la torre 1 produce una reacción exotérmica en esta empaquetadura. Con el empleo de 0,3 mol de un compuesto de nitrógeno enlazado a oxígeno por Nm^3 de gas se observa un aumento de 4°C en la temperatura del ácido que abandona la empaquetadura de la torre 1. El ácido calentado pasa, tal como se ha descrito antes, al sumidero 71 y se conduce a través del intercambiador de calor 74. Debido a la adición de compuestos de nitrógeno enlazado a oxígeno a la empaquetadura de la torre 1, el ácido tiene una temperatura de 60°C antes de entrar en el intercambiador de calor 74. Teniendo en cuenta el combustible preciso para el intercambiador de calor 74, las medidas del presente invento solo requieren aproximadamente la mitad de la cantidad de la energía calorífica que ha de suministrarse para obtener una temperatura de 63°C en la salida del intercambiador de calor 74. El ácido calentado pasa a través del conducto 73 a la empaquetadura de la torre 7 y, tal como se ha descrito, libera vapor para entrar en los gases residuales secos procedentes de la zona de absorción de óxido de nitrógeno.

En el procedimiento el ácido se enfría hasta aproximadamente 50°C y fluye de nuevo a la empaquetadura de la torre 1. La adición de ácido que contiene un compuesto de nitrógeno-oxígeno a través de la válvula 76 u 86 a la empaquetadura 1 hace que el nivel del sumidero 71 se eleve y fluya una cantidad correspondiente de ácido a través del conducto 133 al sumidero 31 y, por consiguiente, al ciclo de la zona de elaboración de SO_2 (torres 3 y 4).

Las empaquetaduras utilizadas en las torres de ácido diluido de la zona de elaboración de SO_2 están destinadas a producir un área superficial tan grande

como sea posible dentro del volumen limitado de la torre.

Una empaquetadura perforada está constituida por pequeñas barras dispuestas sustancialmente paralelas entre sí sobre un soporte.

5 En el texto que sigue esta empaquetadura se explica con mayor detalle en relación con la modalidad ilustrativa representada en los dibujos, en donde:

La figura 6 muestra una vista ortogonal a las pequeñas barras, y

10 La figura 7 muestra la modalidad ilustrativa en vista paralela a las pequeñas barras.

Tal como se representa en los dibujos, la empaquetadura está constituida por una pluralidad de pequeñas barras paralelas 19 de sección transversal circular, que se disponen sobre un soporte de unión 20. El soporte 20 es axialmente simétrico con respecto a un eje paralelo a las pequeñas barras 19. Las barritas 19 se disponen de modo sobre el soporte y sus longitudes son elegidas de forma que toda la empaquetadura 21 ocupa un espacio de forma aproximadamente esférica. Evidentemente será también posible una envolvente distinta, por ejemplo una envolvente elipsoidal de la empaquetadura.

20 El soporte 2 comprende tres anillos paralelos 2a, 2b y 2c y un disco 2d. Los tres anillos y el disco se mantienen relacionados por medio de nervios 2e y en particular de modo que forman una cesta esencialmente cónica. El resultado de esta organización estriba en que los interespacios entre cualquiera de dos anillos y dos nervios no resultan excesivamente reducidos y por tanto no ofrecen una elevada resistencia al flujo. El anillo mayor 2a está provisto en su exterior con extensiones radiales 2f que comportan, cada una, una pequeña barra 1 en sus extremos.

En lugar de una cesta cónica puede servir también, como soporte para las barritas, una cesta piramidal. En este caso los anillos paralelos son sustituidos por polígonos tal como, por ejemplo, triángulos, cuadrados o exágonos. Es ventajoso proporcionar, por lo menos dos anillos cada uno con más de 3 barritas.

La empaquetadura anterior y su fabricación se describe en la DE-OS 26 095 505 y otras.

Con el fin de que la empaquetadura descrita pueda desempeñar perfectamente la función a la que esta destinada, la distancia entre cualquiera de dos barritas paralelas no debe ser inferior a alrededor del doble de su diámetro.

De preferencia las distancias son de aproximadamente tres o diez veces el diámetro de las barritas. Además, las mallas del soporte cestiforme, o sea los espacios definidos por dos anillos y dos nervios, deben ser también tan grandes como sea posible. Si se cumplen estas condiciones la empaquetadura no tiene direcciones preferidas pronunciadas con respecto a la resistencia al flujo, es decir, resulta de una efectividad aproximadamente igual en cualquier posición deseada.

El funcionamiento de la modalidad de instalación de la figura 2 se explica con mayor detalle en los ejemplos operativos siguientes:

EJEMPLO 1.

Una corriente de gas que ha de tratarse contiene por Nm³ (1 metro cúbico normal = 1 m³ a 0°C y 1 bar) las siguientes cantidades gramo-moleculares:

SO ₂	0,5	-	0,9	moles
H ₂ O	2,8	-	3,1	moles
O ₂	4	-	6	moles

CO₂ 1,2 - 1,6 moles

NO 0,01 - 0,02 mol

El balance está constituido por nitrógeno.

Se introduce una corriente volumétrica controlable en la empaquetadura de la torre 1. El volumen de la empaquetadura de cada una de las torres 1 y 7 es de 1 m³, y el volumen de la empaquetadura de cada una de las torres 2 a 6 es de 2,6 m³. La suma de los volúmenes de todas las empaquetaduras es, por consiguiente, de 15 m³.

Como material de empaquetadura se utilizan elementos poliétilénicos del tipo descrito en la Offenlegungsschrift alemana 2.416.955. La empaquetadura tiene un área superficial de aproximadamente de 300 m²/m³. La circulación de ácido en las empaquetaduras de las torres 1 y 7 se efectúa tal como se ilustra en la figura 1 y es de 2 litros de ácido por Nm² de gas. La empaquetadura de la torre de desnitración 2 se irriga con un litro de ácido por Nm³ de gas en la forma ilustrada en la figura 2. Las empaquetaduras de las torres de elaboración de SO₂ 3 y 4 se irrigan con tres litros de ácido por Nm³ de gas. La irrigación de las empaquetaduras de las torres de absorción 5 y 6 con ácido se refuerza mediante bombas y conductos que no se ilustran en la figura 2. Estas bombas (no ilustradas) transportan ácido de los sumideros 51 y 61 para volver a la cabeza de las empaquetaduras de las torres 5 y 6, de modo que junto con los flujos de ácido en las empaquetaduras ilustradas en la figura 1, se utilizan 4 litros de ácido por Nm³ para irrigar las torres. La temperatura del ácido en la salida de los intercambiadores de calor 74 y 24 es de 63°C. La temperatura del ácido que abandona los intercambiadores de calor 34, 44 y 64 está comprendida entre 30° y 40° C. Calculado para una temperatu-

ra de 15°C, los ácidos en circulación tienen el siguiente peso por litro:

	torres 1 y 7	1,5 kg/litro (59,7% H ₂ SO ₄ ; 41,1° Bé)
	torres 2,5 y 6	1,67 kg/litro (74,7% H ₂ SO ₄ ; 57,9° Bé)
5	torres 3 y 4	1,56 kg/litro (65,2% H ₂ SO ₄ ; 51,8° Bé)

Los óxidos de nitrógeno absorbidos en las empaquetaduras de las torres de absorción 5 y 6 se conducen junto con el ácido por medio de la bomba 25; a través del sumidero 51 y a través de los conductos 54 y 23, a la empaquetadura de la torre de desnitración 2 en donde la reacción con SO₂ hace que los óxidos de nitrógeno pasen como NO en la corriente de gas que abandona la torre 2 a través del conducto 32. Contra mayor es el contenido de óxidos de nitrógeno en la corriente de gas mejor es la elaboración de SO₂ en las empaquetaduras de las torres 3 y 4.

El ácido pasa a través del conducto 23 para entrar en la empaquetadura de la torre de desnitración 2 a un caudal de un litro de ácido nitroso-enriquecido por Nm³ de gas. Contra mayor es el contenido nitroso del ácido mayor será la cantidad de gas conteniendo SO₂ que podrá elaborarse en el sistema.

Sin embargo, cuando el contenido nitroso del ácido es excesivamente elevado, aumenta el contenido de óxido de nitrógeno de los gases tratados en el sistema. Para controlar el contenido nitroso del ácido en el sumidero 51 se pasa ácido nítrico del contenedor 91, por medio de la bomba, a través de la válvula 28 y a través del conducto 32 y por la válvula 26 a través del conducto 36, a la cabeza de la empaquetadura de la torre de desnitración 2.

De conformidad con el invento alrededor de un tercio del ácido conteniendo óxidos de nitrógeno

no, que circula desde el sumidero 41 de la torre 4 a través de los conductos 33 y 43 en la zona de elaboración de SO_2 , se desvía después de calentarse en el intercambiador de calor 34 a alrededor de $302-402^\circ\text{C}$ y pasa a través del conducto 30 y la válvula 76 a la cabeza de la torre y en su empaquetadura que se irriga con esta porción desviada del ácido en adición al ácido diluido que fluye hacia abajo de la torre 7.

De este modo es posible elaborar sustancialmente mas gas conteniendo SO_2 , tal como ya se ha explicado anteriormente, que sin estas medidas inventivas, y esto se obtiene siguiendo el método de conformidad con el invento sin aumentar el contenido nitroso del ácido en el sumidero 51 y sin aumentar el contenido de óxidos de nitrógeno de los gases fuera del sistema.

Los términos "ácido nitroso" o "ácido conteniendo nitroso" se utilizan aquí para designar un ácido sulfúrico diluido con un contenido de hasta el 85% en peso de H_2SO_4 , en cuyo ácido se disuelve ácido nitro-sulfúrico, $(\text{NO})\text{HSO}_4$, y/o trióxido de nitrógeno. A este ácido se hace referencia también como "ácido nitrado" en ciertos libros de texto. "nitroso" designa una mezcla de óxidos de nitrógeno cuya relación nitrógeno a oxígeno corresponde a la fórmula N_2O_3 .

= . =

REIVINDICACIONES

Descrito el objeto del presente invento, se declaran nuevas y de propia invención las siguientes reivindicaciones.

RS

1.- Un procedimiento con su instalación de realización para la separación de SO_2 de una corriente de gas húmedo que lo contiene, esencialmente en una concentración que, por lo menos intermitentemente, es impermisiblemente elevada para descargarse en la atmósfera ambiente con producción simultánea de ácido sulfúrico, mediante el procedimiento de óxido de nitrógeno, en un sistema de zonas de reacción, cuyo sistema es apto para la producción de un ácido sulfúrico fuerte con un contenido de H_2SO_4 superior al 70% en peso, en cuyo sistema la corriente de gas conteniendo SO_2 con un contenido de oxígeno suficiente se hace fluir a una presión manométrica suficiente para conducir el gas a través del sistema sucesivamente

(a) a través de una zona de pretratamiento;

(b) a través de una zona de desnitración;

(c) a través de una zona de elaboración de SO_2 en donde se pone en íntimo contacto con ácido sulfúrico diluido con una concentración inferior al 70% de H_2SO_4 (densidad de 1,615) fluyendo en un ciclo a través de la última zona; siendo dicha presión manométrica en dicha corriente de gas lo suficientemente baja para evitar un aumento del contenido nitroso en dicho ciclo ácido; y siendo dicha zona de elaboración de SO_2 lo suficientemente prolongada para tener presente SO_2 sustancialmente hasta su extremo, evitando con ello sustancialmente la disolución de óxidos de nitrógeno de dicha corriente de gas en ácido diluido de dicho ciclo; y

(d) A través de una zona de absorción de óxidos de nitrógeno; calentándose indirectamente por lo menos una porción del ácido conteniendo nitroso que sale de dicha zona de absorción hasta una temperatura superior

a 60°C y luego introduciéndose en dicha zona de desnitración salvando dicha zona de elaboración de SO₂ y absorbiéndose óxidos de nitrógeno en dicha zona de desnitración de dicho ácido conteniendo nitroso para entrar en la corriente de gas; obteniéndose con ello un ácido sulfúrico desnitrado que sale de la zona de desnitración, cuyo ácido tiene una concentración de H₂SO₄ superior al 70% en peso y está por lo menos sustancialmente libre de nitroso y siendo extraíble de dicho sistema como producto ácido; reciclándose una porción de dicho ácido sulfúrico desnitrado a través de dicha zona de absorción y absorbiendo óxidos de nitrógeno de la corriente de gas en dicha zona de absorción;

caracterizado porque comprende en su realización las etapas de

(α) separar una porción de dicho ácido sulfúrico diluido de su ciclo a través de dicha zona de elaboración de SO₂ y tratar esta porción últimamente citada con una corriente húmeda de dicho gas que contiene SO₂ en dicha zona de pretratamiento;

(β) reintroducir en dicho ciclo una primera porción del ácido resultante, mas diluida por la humedad procedente de dicho gas y sustancialmente libre de óxidos de nitrógeno, transferible en dicha corriente de gas, diluyéndose el ácido sulfúrico formado en la zona de elaboración de SO₂, eluyendo así esta porción del contenido de humedad del gas que contiene el SO₂ en la trayectoria de flujo de gas que conduce a la zona de desnitración;

(γ) separar otra porción del ácido sulfúrico diluido que sale de dicha zona de pretratamiento y conducir la porción últimamente citada a través de una

PS

POOR
QUALITY

zona de deshidratación de ácido, en donde la porción últimamente citada de ácido sulfúrico diluido se trata para evaporar de ésta el agua y devolver luego el ácido resultante más concentrado a dicha zona de pretratamiento; y

5

(8) introducir en la zona de pretratamiento un compuesto de nitrógeno oxígeno tal como se ha definido en una cantidad tal que, durante el tratamiento de la corriente de gas conteniendo SO_2 con ácido diluido en dicha zona de pretratamiento, el contenido de compuesto de nitrógeno-oxígeno en dicha zona de pretratamiento, independiente de las variaciones del contenido de este último compuesto en dicha zona de pretratamiento, es en todo momento de por lo menos 0,8 g de nitrógeno en forma de compuesto nitrógeno-oxígeno por mol de SO_2 en dicha corriente de gas.

10

15

2.- Un procedimiento de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el contenido de compuesto de nitrógeno-oxígeno que se introduce en la zona de pretratamiento corresponde a lo sumo a 11,2 g de nitrógeno por mol de SO_2 contenido en dicha corriente de gas.

20

3.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 2, caracterizado porque el compuesto de nitrógeno-oxígeno se alimenta en un ácido diluido que fluye hacia y se introduce en dicha zona de pretratamiento.

25

4.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 3, caracterizado porque dicho compuesto de nitrógeno-oxígeno es nitroso contenido en un ácido sulfúrico que tiene una concentración de H_2SO_4 inferior al 70% en peso.

30

5.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 4, caracterizado porque el ácido

pe

sulfúrico que contiene el compuesto de nitrógeno-oxígeno y que tiene una concentración de H_2SO_4 inferior al 70% en peso se extrae de la zona de elaboración de SO_2 .

5 6.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 2, caracterizado porque se adiciona ácido nítrico al ácido diluido que fluye en la zona de pretratamiento.

10 7.- Un procedimiento, de conformidad con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el ácido diluido procedente de la zona de deshidratación de ácido fluye a través de un cierre de líquido, que impide el flujo de gas para entrar directamente en la zona de pretratamiento.

15 8.- Un procedimiento de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque la concentración en H_2SO_4 del ácido que sale de la zona de pretratamiento se mantiene inferior a la concentración en H_2SO_4 del ácido en la zona de elaboración de SO_2 .

20 9.- Un procedimiento, de conformidad con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el gas que sale de dicho sistema pasa a través de dicha zona de deshidratación de ácido y conduce fuera de dicho sistema el agua evaporada de dicho ácido sulfúrico diluido conducido a dicha zona de deshidratación de ácido.

25 10.- Un procedimiento, de conformidad con una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque el gas que entra en la zona de pretratamiento tiene un contenido de SO_2 de 0,2 a 8% en volumen.

30 11.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 10, caracterizado porque el gas que entra en la zona de pretratamiento tiene un contenido en

RS

SO₂ inferior al 6% en volumen y un contenido en humedad correspondiente a una relación molar de H₂O:SO₂ superior a 2.

12.- Un procedimiento según la reivindicación 1 caracterizado en que la instalación para su realización comprende, en sucesión:

5

- (a) una zona de pretratamiento
- (b) una zona de desnitración
- (c) una zona de elaboración de SO₂ y
- (d) una zona de absorción de óxido de nitrógeno,

10

presentando cada una de dichas zonas, por lo menos, un aparato de reacción de gas-líquido que está provisto con un sumidero para recoger el ácido que abandona el fondo del aparato, así como:

15

(e) un conducto para la corriente de gas que sucesivamente, por un extremo de la zona de pretratamiento entra en el interior y por el otro extremo de la zona de pretratamiento conduce a la zona de desnitración, de aquí a la zona de elaboración de SO₂ y desde ésta a la zona de absorción de óxido de nitrógeno y luego del extremo de esta zona a un extremo de una zona de deshidratación de ácido y por último desde el otro extremo de esta zona últimamente citada a la atmósfera circundante,

20

(f) medios de circulación para el ácido diluido a través de la zona de elaboración de SO₂,

25

(g) medios de circulación para conducir el ácido diluido en un ciclo a través de la zona de pretratamiento,

30

(h) una zona de deshidratación de ácido conectada a dichos medios de circulación (g) en el lateral de salida de dicha zona de pretratamiento para la conducción del ácido que sale de esta última zona a dicha zona de deshidratación de

ácido y para devolver el ácido deshidratado desde la última zona a dicha zona de elaboración de SO_2 , (i) medios de circulación para ácido desde el primer sumidero, tomado en la dirección del flujo de gas, de la zona de absorción de óxido de nitrógeno, a la cabeza de la zona de desnitración y desde el sumidero de esta última zona al extremo de salida de gas del último aparato de reacción de la zona de absorción de óxido de nitrógeno, y por último

5

(j) un conducto igualador que conecta el último sumidero de la zona de pretratamiento con el primer sumidero, tomado en la dirección del flujo del gas, de la zona de elaboración de SO_2 ,

10

en donde (k) se proporciona un conducto de alimentación para el compuesto de nitrógeno-oxígeno, tal como se ha definido, que entra en un aparato de reacción de la zona de pretratamiento y alimenta el compuesto de nitrógeno-oxígeno junto con la corriente de gas que ha de tratarse y con ácido diluido procedente del conducto de circulación

15

(g) en la zona de pretratamiento.

20


13.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 12 caracterizado porque en la citada instalación de realización el aparato de reacción de la zona de deshidratación de ácido se dispone sobre el de la zona de pretratamiento y, entre ambos, se proporcionan medios de

25

cierre de líquido para gas a través de los cuales puede fluir ácido diluido descendiendo de la zona de deshidratación de ácido para entrar directamente en la zona de pretratamiento sin que puedan mezclarse las corrientes de gas que circulan a través de ambas zonas.

30

14.- Un procedimiento, de conformidad con una de las reivindicaciones 12 y 13, caracterizado porque



en la citada instalación se proporciona un conducto de derivación (1) para desviar ácido de los medios de circulación para el ácido diluido a través de la zona de elaboración de SO_2 , introduciéndose dicha derivación en la zona de pretratamiento antes del primer aparato de reacción, tomado en la dirección de flujo del ácido diluido, de la zona de elaboración de SO_2 , y haciendo que el ácido fluya a través de la zona de pretratamiento en la misma dirección que el ácido diluido del ciclo de conformidad con (g) contra la corriente de gas que fluye a través de la zona de pretratamiento.

15.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 14, caracterizado porque el intercambiador de calor que calienta el ácido se proporciona en los medios de circulación (f) y porque la línea de derivación (1) se ramifica en la dirección de flujo del ácido diluido corriente abajo o corriente arriba de este intercambiador de calor antes de entrar en el primer aparato de reacción de la zona de elaboración de SO_2 .

16.- Un procedimiento, de conformidad con una de las reivindicaciones 12 a 15, caracterizado porque se proporciona una unidad (m) para la combustión de amoníaco y porque un conducto para los gases de óxido de nitrógeno conecta dicha unidad con el conducto para la corriente de gas conteniendo SO_2 corriente arriba de su entrada en la zona de pretratamiento.

17.- Un procedimiento de conformidad con la reivindicación 16, caracterizado porque un conducto de conexión (n) conecta los medios de circulación (g) con la unidad (m) para la combustión de amoníaco y alimenta en ésta ácido diluido que absorbe óxidos de nitrógeno de dicha unidad, y porque se proporciona un conducto (o) para

transportar ácido conteniendo óxido de nitrógeno diluido desde la unidad de ácido (m) para la combustión de amoníaco a un extremo del primer aparato de reacción, tomado en la dirección del flujo de gas, de la zona de elaboración de SO_2 .

18.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 12, caracterizado porque se proporciona un conducto de alimentación (p) desde el sumidero del primer aparato de reacción, tomado en la dirección de flujo del gas, de la zona de absorción de nitrógeno, conduciendo dicho conducto de alimentación (p) a la cabeza del aparato de reacción de la zona de pretratamiento y transportando ácido de absorción conteniendo óxido de nitrógeno a dicha zona.

19.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 18, caracterizado porque se proporcionan medios (q) para la adición de ácido nítrico al ácido de absorción conteniendo óxido de nitrógeno en dicho conducto de alimentación para este último ácido.

20.- Un procedimiento con su instalación de realización para la separación de SO_2 de una corriente de gas húmedo que lo contiene.

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva que consta de 49 hojas foliadas y escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, a 20 JUL. 1978

p.a.

p.p.

JAIME ISERN

Firmado: JOSE F. NIETO

ks

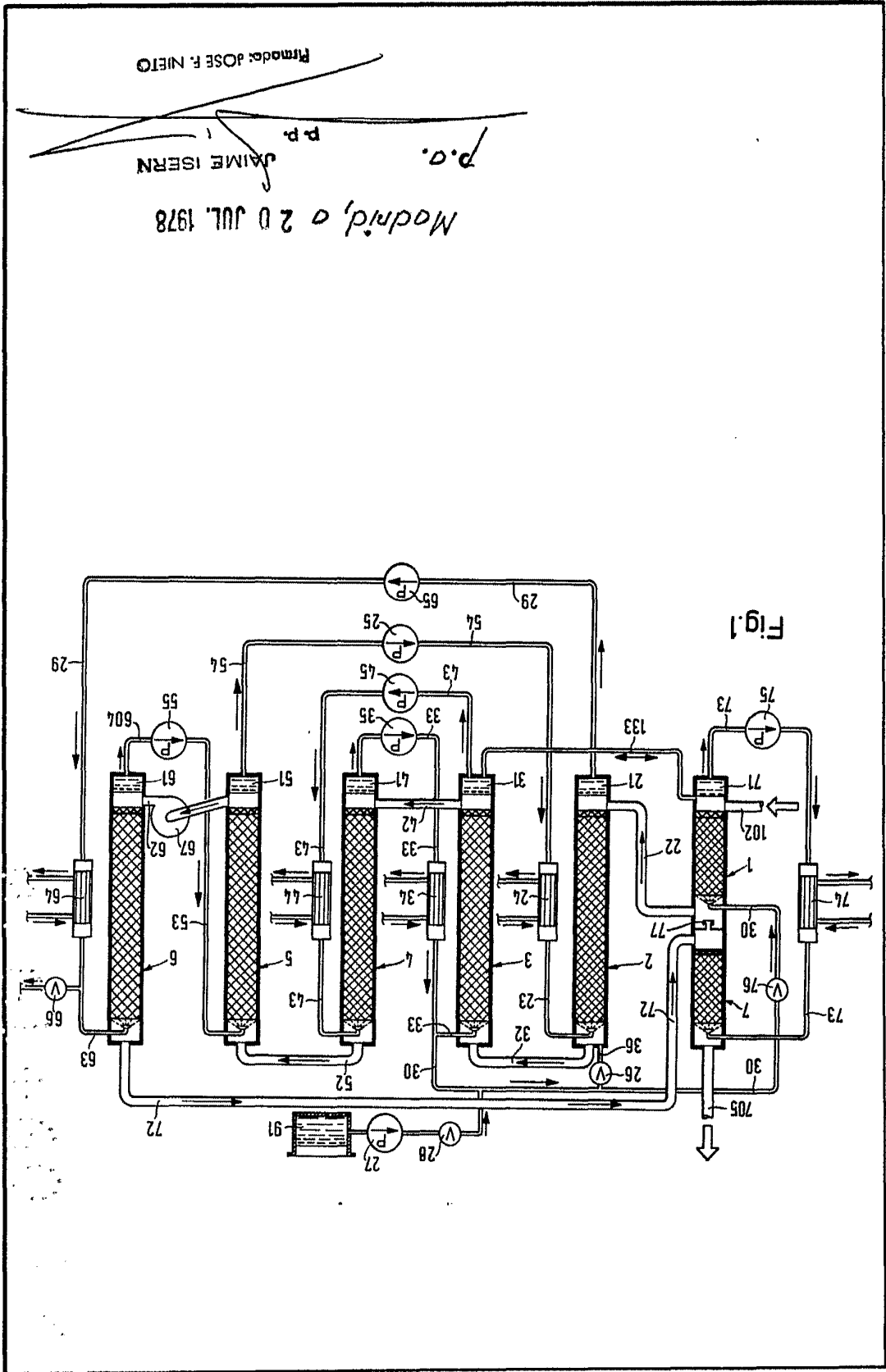
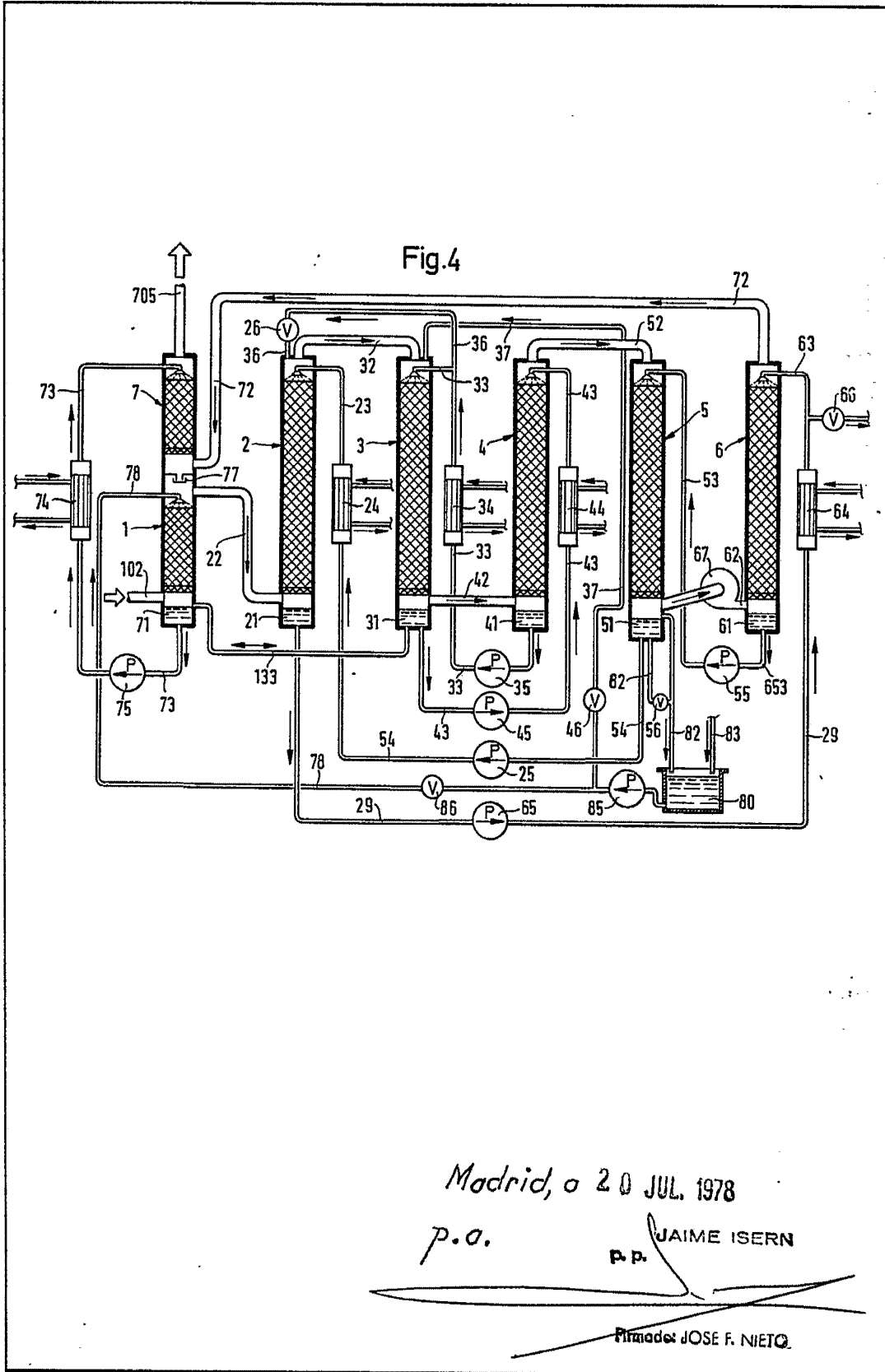


Fig. 1

Modrid, a 20 JUL. 1978
 JAIMÉ ISERN P.P.
 P.O.
 Firmador: JOSE F. NIETO

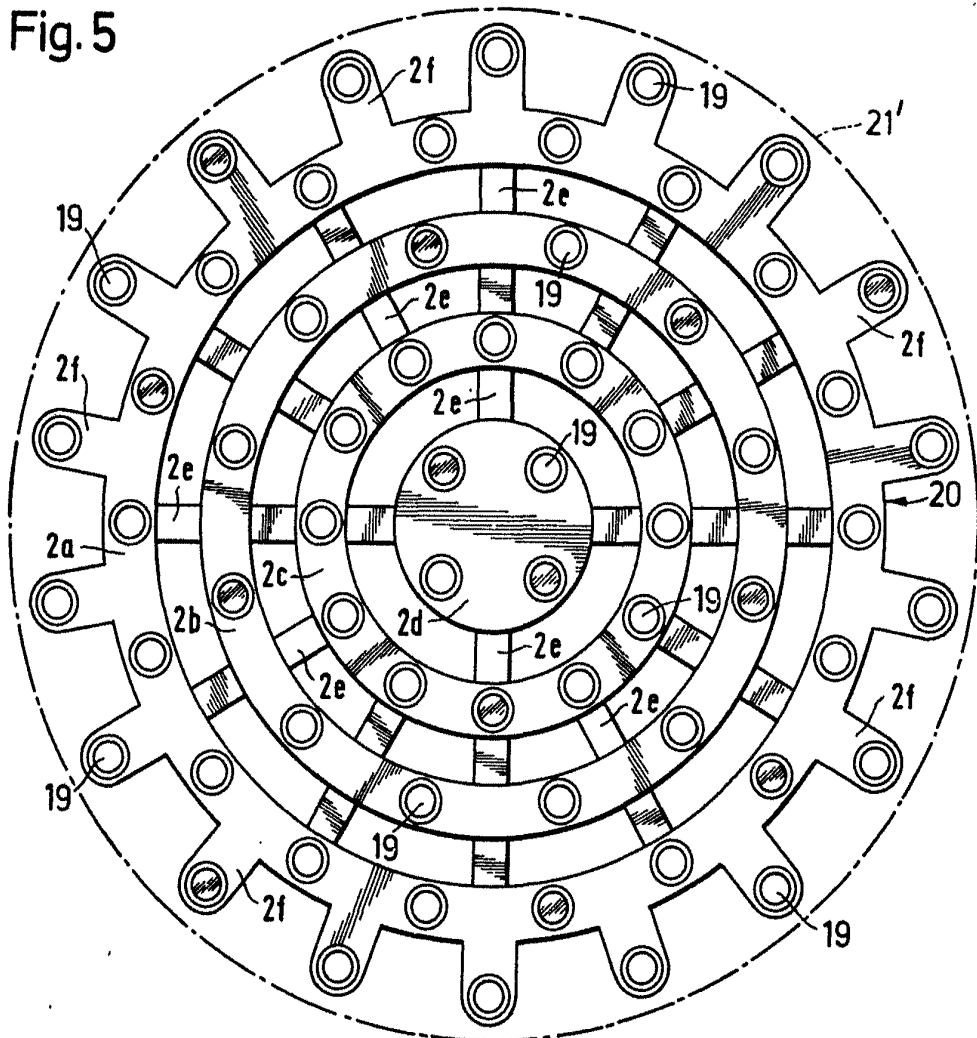
Case 72-11265

Case 72 - 11265



Case 72-11265

Fig. 5



↑
VI

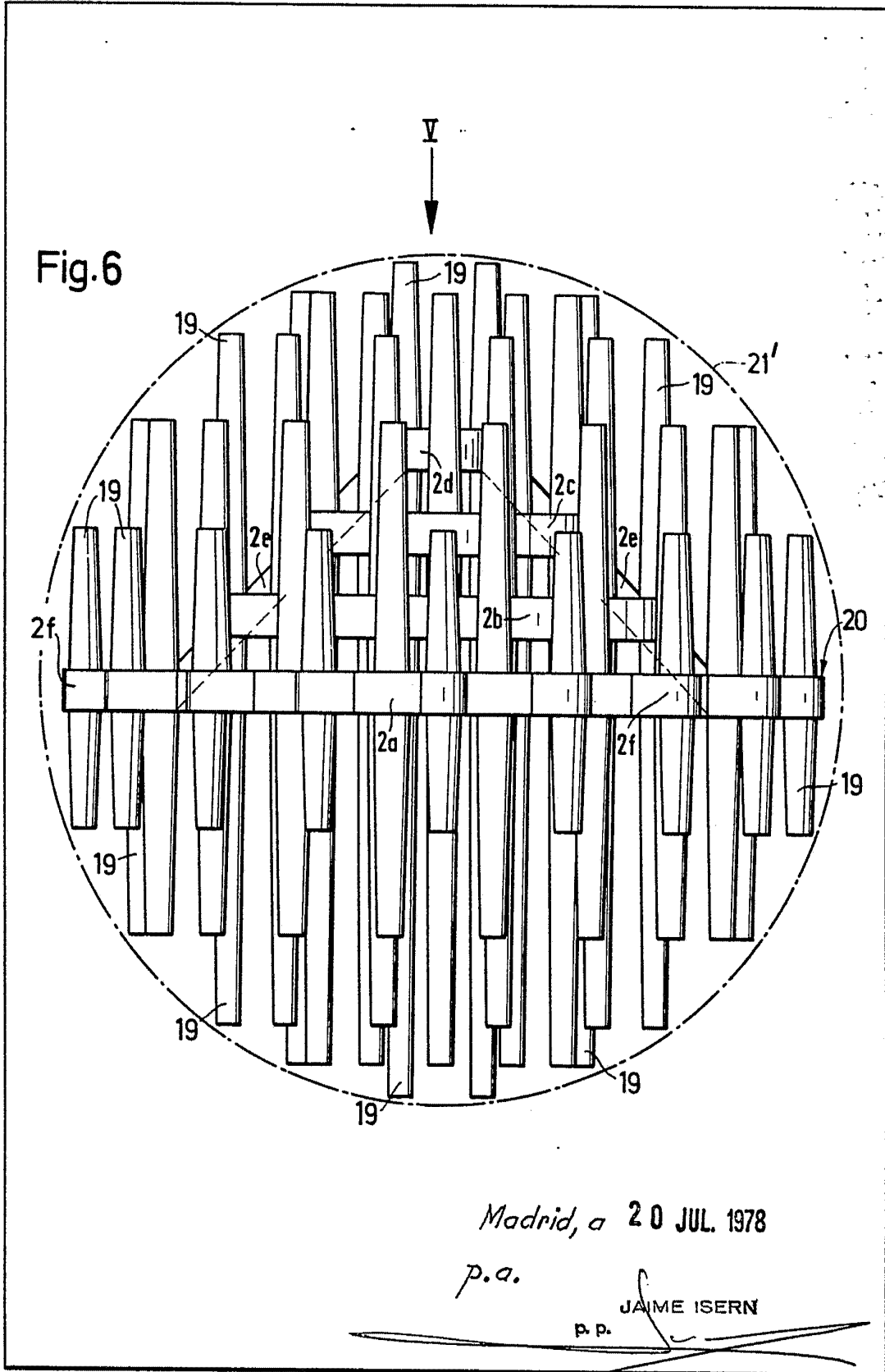
Madrid, a 20 JUL. 1976

p. a.

p. p. JAIME ISERN

Firmado: JOSE F. NIETO

case 72-11265



Madrid, a 20 JUL. 1978

p.a.

JAIMÉ ISERN

p. p.

Firmado: JOSE F. NIETO