

185560



185560

MEMORIA DESCRIPTIVA
de una Patente de Invención por 20 años
a nombre de
FRANCIS GEORGE AUDAS, de nacionalidad
británica y domiciliado en EAGLESCLIFFE,
Condado de Durham (Inglaterra), por :
"PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN
LOS PROCEDIMIENTOS DE DEPURACIÓN DE
GASES INDUSTRIALES".

La presente invención se refiere a la depuración de gases industriales que contienen sulfuro de hidrógeno como impureza.

Es sabido que el sulfuro de hidrógeno reacciona con el anhídrido sulfuroso formando azufre libre y compuestos de azufre no gaseosos, como ácidos tiónicos. De este modo, el sulfuro de hidrógeno puede ser eliminado de los gases industriales mediante la adición de anhídrido sulfuroso en cantidades tales que precipiten todo el azufre presente en estado libre o combinado en forma de ácidos tiónicos u otros compuestos similares.

Sin embargo, la reacción, en las diluciones que se encuentran normalmente, es demasiado lenta para constituir un proceso aceptable para la eliminación del sulfuro de hidrógeno contenido en estos gases.

Según la presente invención, se ha comprobado que mediante la ayuda de adecuados adsorbentes, las velocidades de reacción entre el anhídrido sulfuroso y el sulfuro de hidrógeno pueden ser aumentadas en lo suficiente para hacer de este procedimiento

1 8 5 5 6 0



20 un procedimiento industrial viable. Como material adsorbente puede emplearse casi todo material de gran superficie, y en la práctica se ha comprobado que el carbono activado y la alúmina activada resultan particularmente útiles para la ejecución del presente procedimiento.

25 El procedimiento de la presente invención consiste fundamentalmente en poner el gas que se quiere depurar, juntamente con anhídrido sulfuroso, en contacto con un conveniente material adsorbente en forma de virutas, gránulos u otras partículas. Un conveniente tamaño de partícula es el que tiene un diámetro aproximado de 1/16" a 1/4", según la escala del aparato. El anhídrido sulfuroso y el sulfuro de hidrógeno reaccionan en los poros del
30 adsorbente, precipitando así el azufre de ambos gases. Como los poros del adsorbente se obstruirían con azufre y otros compuestos, es necesario regenerar el adsorbente mediante tratamiento térmico.

35 La regeneración del adsorbente puede realizarse calentando el adsorbente y haciendo pasar aire a través de él, permitiendo así que se produzca oxidación en el adsorbente. Los gases resultantes contienen el azufre en forma de anhídrido sulfuroso. Esta es la fuente del anhídrido sulfuroso usado para la reacción inicial. Los gases que salen de la cámara de regeneración y que contienen anhídrido sulfuroso pueden ser devueltos en la cantidad
40 necesaria a la cámara de depuración o ser conducidos al conducto de alimentación de gas que desemboca en la cámara de depuración.

Otro método posible para devolver el anhídrido sulfuroso a la cámara de depuración es el de readsorber el anhídrido sulfuroso de los gases de regeneración en adsorbente regenerado y devolver de manera continua este adsorbente a la cámara de depuración mediante adecuados medios mecánicos.
45

50 Para eliminar los indicios de sulfuro de hidrógeno o de anhídrido sulfuroso presentes en el gas antes de su salida de la cámara de depuración puede emplearse adsorbente de reciente regeneración y que no haya sido sometido a ulteriores tratamientos.

55 El anhídrido sulfúrico formado en indicios o incluso en mayores cantidades durante el proceso de regeneración no constituye ningún inconveniente, ya que también reacciona con el sulfuro de hidrógeno en el aparato depurador precipitando azufre y posiblemente ácidos tiónicos.

Resulta de este proceso un exceso de anhídrido sulfuroso que es aproximadamente equivalente a la cantidad total del sulfu-



ro de hidrógeno originariamente presente en el gas.

60

Si así se desea, puede emplearse para la regeneración una cantidad de aire insuficiente para convertir todo el azufre en anhídrido sulfuroso, pudiéndose entonces regenerar azufre libre como tal por evaporación.

65

La presente invención puede también ser usada para eliminar de los gases industriales no sólo sulfuro de hidrógeno, sino también, de los que los contengan, benzol y otros aceites, así como para secar los gases. Esto hace posible prescindir del sistema corriente que prevé una instalación para la depuración y otra para la recuperación de benzol y otros aceites. Los compuestos orgánicos de azufre más pesados, como por el ejemplo el tiofeno, son también eliminados en cierto grado por adsorción, de manera similar al benzol. Al realizar la depuración de sulfuro de hidrógeno según la presente invención, se procede de acuerdo con dos fases esenciales. La primera es la de depuración propiamente dicha, en la cual, en las condiciones necesarias, se produce la acción mutua entre el anhídrido sulfuroso y el sulfuro de hidrógeno en una superficie de adsorción con formación de azufre y de compuestos de azufre. La segunda es la regeneración del adsorbente con la formación del anhídrido sulfuroso necesario para la reacción inicial.

70

75

80

Al poner en práctica la invención de este modo, el benzol y los otros aceites son adsorbidos sobre la superficie de adsorción al propio tiempo que el sulfuro de hidrógeno reacciona con el anhídrido sulfuroso con formación de azufre y compuestos de azufre, tratándose luego el adsorbente a una temperatura conveniente intermedia entre la de la cámara de depuración y la del dispositivo de regeneración por la cual el benzol es eliminado del adsorbente antes de que éste sea regenerado a la temperatura más elevada. De este modo son adsorbidos no sólo el benzol y otros aceites, sino que es también adsorbida humedad que vuelve a ser eliminada con el benzol y otros aceites a esta temperatura intermedia.

85

90

95

Aun cuando pueden usarse capas estáticas de adsorbente en las que se verifique sucesivamente la depuración, seguida de la eliminación o separación de vapores y gases adsorbidos, y de humedad a una más alta temperatura, y por fin la regeneración a una temperatura todavía más alta, sin embargo, según la presente invención, se prefiere usar un procedimiento continuo.

Un aparato adecuado para la ejecución de un tal procedimien-

185560



100 to continuo está ilustrado en la Fig. 1 del adjunto dibujo. En
dicha figura, 5 representa la tolva, 3 el depurador, 1 el tubo
de admisión del gas que hay que depurar, provisto de una válvu-
la de mando 2, 4 el conducto de salida del gas depurado, 6 el
105 9 el conducto de salida de la humedad, del benzol y aceites si-
milares, 22 un receptor del benzol condensado, aceites y agua.
12 representa el generador provisto de un conducto de salida 10.
13 es el conducto de entrada de aire para el regenerador, 14
representa una válvula que comprende un plano cuya inclinación
110 puede ser variada. 15 es un recipiente receptor y 16 una válvu-
la de entrada de aire comprimido. 17 es un conducto para devol-
ver el material sólido adsorbente a la tolva 5 mediante aire
comprimido. 18 es un conducto derivado y 19 es una válvula de
mando. P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 y P8 representan puntos de
115 presión, como se explicará más adelante.

Las Figs. 2, 3 y 4 representan variantes de disposición del
depurador.

La Fig. 5 representa una disposición de una derivación me-
diante la cual una parte del adsorbente granular puede ser he-
cha pasar desde el separador directamente a un enfriador sin
120 pasar por el regenerador.

Con referencia a la Fig. 1, hay que decir que el aparato
está ventajosamente provisto de serpentines de calentamiento y
de enfriamiento que contienen un conveniente medio o medios
125 flúidos transmisores de calor y que no están representados en
el dibujo.

Siempre con referencia a la Fig. 1, el gas que se tiene
que depurar y que contiene, por ejemplo, sulfuro de hidrógeno,
humedad, benzol y otros hidrocarburos, es introducido por el
130 conducto 1 ; la velocidad de paso del gas puede ser regulada
mediante la válvula 2. La cantidad requerida de anhídrido sul-
furoso es introducida con el gas para depurar por el conducto
10 y a través de la válvula 11. Los gases combinados entran en
el depurador 3 por el cual baja en corriente continua el adsor-
bente granular procedente de la tolva 5. La tolva o su conteni-
do puede servir de cierre para el gas contenido en el depurador
3, bien actuando de cierre un conveniente espesor de adsorbente,
bien mediante el uso de una válvula de escape de aire que igua-
le las presiones o de otro dispositivo mecánico. La temperatura
140 en el recipiente depurador 3 puede ventajosamente ser desde la



145 temperatura atmosférica hasta 70° C. aproximadamente. El gas de-
purado sale por el conducto de salida 4. En algunos casos, por
ejemplo cuando no están presentes humedad ni gases adsorbibles,
o están presentes sólo en pequeñas cantidades, el gas para depu-
rar al que ha sido añadida la cantidad de anhídrido sulfuroso ne-
cesaria para la reacción con el sulfuro de hidrógeno puede entrar
cerca del fondo del depurador, subir y salir cerca de la parte
superior. El anhídrido sulfuroso requerido puede ser suministrado
bien desde una fuente exterior o por los gases producidos en el
150 procedimiento de la invención, o por anhídrido sulfuroso licuado
producido después del proceso. El adsorbente de la parte inferior
del recipiente puede ser calentado ligeramente mediante serpenti-
nes que contienen un agente de transmisión de calor u otros medios
adecuados con el fin de aumentar la rapidez de reacción entre el
155 sulfuro de hidrógeno y el anhídrido sulfuroso, pero cuando esto
ocurre, la velocidad de circulación del adsorbente puede ser con-
trolada de modo que el calor de reacción pueda elevar la tempera-
tura del adsorbente a 60 u 80° C. a la cual la reacción puede
efectuarse más rápidamente y aumentarse, si así se desea, la velo-
160 cidad del gas. Sin embargo, pueden salir con el gas depurado indi-
cios de sulfuro de hidrógeno y anhídrido sulfuroso sin reaccionar
si la temperatura es demasiado alta, ya que la adsorción de éstos
disminuye al aumentar la temperatura.

En la práctica, es ventajoso trabajar con un ligero exceso
165 de anhídrido sulfuroso sobre los requisitos de la reacción, de
modo que el sulfuro de hidrógeno sin reaccionar esté presente en
cantidades insignificantes y que los excesos de ambos gases sean
adsorbidos y llevados al separador. En consideración de los requi-
sitos totales de anhídrido sulfuroso del depurador, este exceso
170 de anhídrido sulfuroso es tenido en cuenta de una forma que se
describirá a continuación.

Según otro método en el cual el gas contiene sulfuro de hi-
drógeno al propio tiempo que considerables cantidades de humedad,
benzol y otros gases o vapores adsorbibles, la construcción y el
175 uso del depurador pueden ser modificados como se explica a conti-
nuación con referencia a los dibujos de las Figs. 2 y 3. Desde el
depurador, el adsorbente es dejado pasar por gravedad a una velo-
cidad controlada, por el conducto 6, al separador 7, que es ca-
lentado por el paso de un agente de transmisión de calor que en-
tra por el fondo de la cámara y pasa en contracorriente con res-
180 pecto al paso del adsorbente por un sistema de conductos de calef.

185560



tamiento (no representado en el dibujo).

185 El adsorbente puede entrar en la cámara por su parte superior a unos 40° C. aproximadamente, aumentando su temperatura según va bajando por la cámara hasta alcanzar 160-180° C. al llegar al fondo de la misma.

190 Un conveniente gas de purga, como por ejemplo el gas sin depurar procedente del conducto principal, es introducido por el fondo de esta cámara por el conducto 8 y hecho pasar en contracorriente por la capa y salir por un conducto de salida dispuesto encima de aquél dentro de la capa en una posición en la que el adsorbente se encuentra a una temperatura de 150° C. aproximadamente.

195 Este gas de purga arrastra el pequeño exceso de anhídrido sulfuroso previamente descrito, de haberlo, al propio tiempo que la humedad y el benzol y otros compuestos por el conducto 9. Después de un conveniente enfriamiento en el condensador 30, destinado a condensar especialmente el benzol y la humedad, el anhídrido sulfuroso y el gas de purga y pequeñas cantidades de hidrocarburos más ligeros que el benzol, como el etileno, que pueden estar presentes en cantidades apreciables, son devueltos por el conducto 23 al conducto principal de gas sin depurar por el cual entran en el depurador.

200 Puede verse ahora que, si la cantidad del gas para depurar aquí es pequeña en comparación con la cantidad total de gas sin depurar que pasa por el depurador, entonces un pequeño exceso de anhídrido sulfuroso en esta última cámara se hallará en una concentración muy superior en la cantidad inferior de gas para depurar. Esto proporciona un método para controlar la cantidad total de anhídrido sulfuroso que entra en el depurador. El pequeño exceso de anhídrido sulfuroso que entra en el depurador es mantenido a un nivel de seguridad, es decir, tal que no pueda salir anhídrido sulfuroso con el gas depurado, mediante la medición de la concentración devuelta por el gas depurado a la corriente sin depurar. El suministro principal de anhídrido sulfuroso es regulado sobre las proporciones correctas para mantener este orden necesario de concentración.

215 El adsorbente granular pasa ahora por gravedad al regenerador 12 a una temperatura de unos 160° C. Según va bajando, un líquido caliente que pasa en contracorriente por tubos de calentamiento (no representados) eleva su temperatura hasta unos 280° C., tem

220

185560



225 ratura que puede variar con el adsorbente usado y a la que llega a ser apreciable la oxidación. La oxidación es hecha posible por el paso del aire que entra por la parte superior de la cámara a través del conducto de entrada 13 y que pasa siguiendo la corriente del adsorbente hasta alcanzarse la temperatura crítica a la cual empieza a ser apreciable la transformación del azufre en anhídrido sulfuroso.

230 Como el calor de esta reacción es considerable (70 Kg cal. aproximadamente), se apreciará que el aumento de temperatura a medida que avanza la oxidación puede ser grande, según la concentración del azufre en el adsorbente. La cantidad efectiva de azufre llevado no debería variar mucho y el suministro de aire debería ser suficiente para completar la oxidación.

235 Ello quiere decir que el aire es añadido en cantidades suficientes para oxidar todo el azufre que entra en el recipiente con el menor exceso que puede obtenerse con gran facilidad, y estas cantidades son relacionadas con la cantidad de azufre precipitado en el depurador. El aumento de temperatura en el regenerador puede ser muy grande, dependiendo de la cantidad de adsorbente usado para llevar la cantidad fijada de azufre, es decir, de la variación de la concentración del azufre. Por ejemplo, suponiendo una cantidad constante de azufre precipitado en el depurador cuando la concentración de azufre es baja se emplea una mayor proporción de circulación de adsorbente, y como la cantidad de calor producido por oxidación queda constante, la temperatura alcanzada será inferior que en el caso en que la concentración de azufre es alta.

250 El control de la temperatura es posible mediante una variación de la rapidez de circulación del líquido transmisor de calor juntamente, de ser necesario, con la concentración del azufre que a su vez, es una función de la velocidad de circulación adoptada. Para un adsorbente bastante resistente como la alúmina activada no parece haber desventaja alguna en dejar que la temperatura se aproxime a los 500° C. Sin embargo, en el caso de un adsorbente de carbono, el adsorbente mismo puede oxidarse a temperaturas inferiores a la mencionada, y ello en un grado apreciable.

260 El líquido transmisor de calor que, como ya se ha dicho, pasa en contracorriente con respecto al adsorbente, transmite el calor de la zona de oxidación y precalienta el adsorbente que entra, pudiendo también suministrar el calor necesario para las cámaras anteriores. Además, sirve de agente de enfriamiento para e

185560



265 adsorbente que ha pasado debajo de la zona de oxidación. El gas sale del regenerador por el conducto 10 y pasa por la válvula de control 11 al conducto 1 desde el cual pasa al recipiente principal de depuración 3 para reaccionar con el sulfuro de hidrógeno contenido en el gas impuro que entra también por el conducto 1. El conducto 10 está provisto de una derivación 18 para la extracción de todo eventual exceso de anhídrido sulfuroso, sometida al
270 mando de la válvula 19.

El gas que sale del regenerador se compone esencialmente de nitrógeno y anhídrido sulfuroso y si lo que se quiere es licuar este anhídrido sulfuroso sin recurrir a la adsorción de agua u otro procedimiento similar, sino por un procedimiento seco, como
275 la adsorción sobre gel de sílice con subsiguiente separación mediante calentamiento y reducción de presión seguidos de compresión y enfriamiento o cualquier otro método similar para el cual sea ventajoso tener el gas completamente seco, entonces los pequeños indicios de agua no eliminada en la cámara precedente pueden ser readsorbidos en el adsorbente relativamente fresco muy debajo
280 de la zona de oxidación del regenerador. El conducto de salida del gas debería estar provisto convenientemente cerca del fondo del recipiente donde ya se ha producido un suficiente enfriamiento.

285 Usando concentraciones de azufre suficientemente altas es posible hacer completamente autotérmico este sistema, es decir, que el líquido transmisor de frío y calor que entra por el fondo del regenerador y enfría el adsorbente de la zona de oxidación puede ser hecho transmitir un calor suficiente para (1) precalentar el adsorbente a la temperatura crítica de oxidación de 280°
290 C. aproximadamente, y (2) suministrar el calor necesario para el separador y el depurador.

295 Sin embargo, al poner en funcionamiento una tal unidad y al usarse adsorbente nuevo, habría que suministrar inicialmente calor exterior. Esto puede hacerse de la manera más conveniente calentando el líquido transmisor de calor. En la práctica, una parte de este calor puede a menudo tener que ser suministrado cuando no se alcanzan condiciones autotérmicas.

300 Desde el regenerador 12, el adsorbente granular pasa, aun por gravedad, a la válvula 14 que puede ser regulada sobre el ángulo correcto que les comunique la velocidad conveniente a las partículas que pasan. Desde ésta, el adsorbente granular pasa por gravedad al recipiente 15 en el cual encuentra una corriente



345 si hay un exceso de anhídrido sulfuroso sobre la cantidad teó-
rica necesaria para completar la reacción. Si este exceso no
estuviera presente, entonces, una vez que el grueso del sulfu-
ro de hidrógeno y del anhídrido sulfuroso hubiese reaccionado,
350 las velocidades de reacción de las pequeñas cantidades restan-
tes serían probablemente demasiado pequeñas para que la reacción
pudiese concluir. Ello es así, naturalmente, porque la rapidez
de reacción es proporcional al producto de la concentración de
los dos reactivos. Un exceso de anhídrido sulfuroso aun pequeño
355 en comparación con los requisitos teóricos no afecta material-
mente las grandes velocidades iniciales de reacción, pero impli-
ca una enorme diferencia para las velocidades de desaparición
de los últimos indicios de sulfuro de hidrógeno.

360 Sin embargo, corrientemente tiene casi tanta importancia
el evitar que penetre anhídrido sulfuroso en la corriente de
gas depurado como el eliminar todo el sulfuro de hidrógeno y
este exceso de anhídrido sulfuroso (cantidad relativamente pe-
queña) tiene que ser eliminado por adsorción. Ahora bien, en
el depurador original sencillo en el cual el gas entraba por el
fondo de una cámara y subía en contracorriente con respecto al
365 adsorbente saliendo por la parte superior, se originaba en el
fondo una zona caliente donde tenía lugar la mayor parte de la
reacción. El anhídrido sulfuroso en exceso no era retenido allí
en ninguna proporción por el adsorbente caliente, sino que su-
bía y era adsorbido en las regiones superiores más frías, pero,
370 como el adsorbente más frío bajaba a la zona de reacción y se
ponía caliente él mismo, dicho anhídrido sulfuroso era separado,
elevando así la concentración del exceso de anhídrido sulfuroso
proporcionado por el gas que entraba. El adsorbente más frío de
las regiones superiores de la cámara trataba un continuo aumento
375 de anhídrido sulfuroso sólo hasta cerca del punto de saturación,
cuando empezaba a salir con la corriente depurada anhídrido sul-
furoso. El vapor de agua y el bencol tendían a comportarse de
la misma manera.

380 Por las razones anteriores es por lo tanto deseable evitar
hacer pasar cuando menos una parte del adsorbente por la zona
caliente de reacción y prever para ella un conducto fresco por
el que pase al separador dispuesto inferiormente.

385 Aparatos y métodos convenientes para hacerlo así están ilus-
trados en las Figs. 2, 3 y 4 de los dibujos adjuntos, que repre-
sentan modificaciones del depurador 3. En cada una de estas fi-

185560



390 guras A representa el conducto de entrada del gas impuro, B re-
presenta la zona de reacción donde tiene lugar la mayor parte
de la reacción entre el sulfuro de hidrógeno y el anhídrido sul-
furoso. C es la parte del sistema donde se verifica el grueso de
la adsorción y D representa el conducto de salida del gas depura-
do. E representa el conducto por el cual una parte del adsorbente
puede pasar al separador 7 sin pasar por la zona de reacción ca-
liente B.

395 En la Fig. 2, B es un recipiente concéntrico de las paredes
principales del depurador 3 y E representa un espacio anular que
lo rodea y por el cual puede pasar el adsorbente relativamente
fresco.

400 En la Fig. 3, E representa simplemente el conducto que permi-
te derivar directamente una parte del adsorbente desde la parte
de adsorción de la cámara.

405 La Fig. 4 muestra un aparato en el cual la zona de reacción
y la zona de adsorción están provistas de dos recipientes comple-
tamente separados. Con respecto al paso del gas, están en serie ;
con respecto al paso del adsorbente, están en paralelo ; el gas
impuro entra por el conducto A y sube por la zona de reacción B
y desde allí al fondo del recipiente de adsorción C desde el cual
sube y sale por el conducto de salida D. Se verá que el adsorben-
te que sale de la tolva 5 es dividido en dos corrientes, una que
pasa por el recipiente B y una que pasa por el recipiente C, pu-
diendo ser regulada la velocidad de paso por los dos recipientes
mediante la válvula F.

415 La cantidad de sulfuro de hidrógeno contenida en el gas que
tiene que depurar puede ser prevista variable. Si la concentración
fuera superior a la media, entonces las temperaturas de la zona
de reacción aumentarían de manera correspondiente. El calor sensi-
ble del gas que entra en la parte de adsorción del depurador au-
mentaría también y probablemente transmitiría demasiado calor a
dicha zona. Un aumento del paso de adsorbente por la válvula F
de tipo de plano inclinado descrita y representada en 14 en la
420 Fig. 2 aumenta la cantidad de calor eliminada de la zona de reac-
ción.

425 Análogamente, si la concentración del sulfuro de hidrógeno
fuera inferior a la media, entonces la temperatura de la zona de
reacción bajaría, bajando de manera correspondiente las veloci-
dades de reacción. Entonces, la válvula F tendría que ser usada pa-
ra disminuir la velocidad de paso del adsorbente caliente y por

185560



lo tanto la cantidad de calor eliminado, permitiendo así que subiese la temperatura.

430 En los casos en que son adsorbidos benzol y humedad, puede ocurrir que las velocidades de circulación necesarias para la regeneración con respecto al azufre retenido por el adsorbente sean inferiores a las prescritas por su capacidad de adsorción de benzol a humedad. En tales circunstancias es ventajoso aumentar la velocidad de suministro al depurador de adsorbente recientemente depurado de benzol o secado, y por lo tanto la velocidad de circulación por el separador. Sin embargo, puede no ser de ventaja alguna aumentar la velocidad de circulación por el regenerador de más alta temperatura. Para que pueda hacerse lo primero, puede preverse una derivación, como se ve en la Fig. 5.

435

440 En esta figura, 12 indica el regenerador y 14 la válvula de control del paso de adsorbente, 15 el recipiente receptor, 16 la válvula de control de la entrada de aire y 17 el conducto de subida como en la Fig. 1.

445 Del separador 7 sale un conducto derivado 31 que conduce a un enfriador 33 y luego a una válvula de mando 32, que es del mismo tipo de plano inclinado que la representada en 14. Desde ésta, el adsorbente pasa al receptor 15 por el conducto 34.

450 Como ya se dijo, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 y P8 representan en la Fig. 1 puntos de presión. El hecho de que se originan diferentes velocidades de paso de gas en distintas partes del aparato que se encuentran también a distintas temperaturas y que son de distintas formas y capacidades provocará diferencias de presión en las diferentes partes del sistema. La posición puede ser complicada ulteriormente por la necesidad de mantener en el

455

460

465

conducto principal de gas depurado alguna presión positiva que puede también ser algo variable y que en todo caso afectaría la presión del fondo del depurador.

Ahora bien, si este punto de presión, que en el dibujo está indicado con P1, es suficientemente superior a la presión del gas en el punto de salida P2 del separador, entonces se produce un indeseable escape de gas por el conducto que lleva el adsorbente a este recipiente inferior. Por lo tanto, la presión en P2 tiene que ser aumentada hasta que sea aproximadamente igual a la presión en P1. Esto puede hacerse convenientemente mediante válvulas automáticas de diafragma o de otro tipo conveniente que actúen de manera diferencial a través de los dos puntos de presión.



470 Análogamente, las presiones en los puntos P3 y P4 deberían ser reguladas. Puede ser ventajoso no regular las presiones en P5 y P6, sin embargo, aunque la presión en P6 pueda ser mayor que en P5. Un sistema conveniente es el de intercalar entre estos puntos una válvula de escape consistente simplemente en una abertura para dar salida a aire de P6 que sería mantenido a la misma presión que P5.

475 La presión de tolva P7 puede ser hecha aproximadamente igual a la del conducto principal de gas depurado P8 mediante una válvula de salida de aire.

480 La descripción anterior se refiere a la oxidación en el regenerador 12 de todo el azufre para formar anhídrido sulfuroso. Sin embargo, si se desea regenerar una parte del azufre en forma libre, ello puede hacerse controlando la cantidad de aire admitida por la entrada 13. De esta forma el azufre es arrastrado en estado de vapor y puede ser conducido por los conductos de salida 10 y 18 a un conveniente aparato condensador donde es recuperado en forma sólida.

485 A título de ilustración de la clase de resultados obtenidos se dan las cifras siguientes referentes a un experimento en pequeña escala, durante el cual se depuró gas impuro procedente de los lavadores de amoníaco de la fábrica de gas de una ciudad y
490 constituido por una mezcla de gas de retorta horizontal con un 10% aproximadamente en volumen de gas hidráulico y un contenido de 0.77% en volumen de sulfuro de hidrógeno.

El depurador, en este modelo, tenía una capacidad de 250 mls. La cantidad de gas usada era de 350 litros/hora o el equivalente de 1400 volúmenes de gas por volumen de adsorbente por hora. El adsorbente usado en este caso era alúmina activada que se hacía circular a razón de 360 gramos por hora.

Se añadió anhídrido sulfuroso inmediatamente antes de la entrada en el depurador de gas impuro y, al examinar a su salida
500 el gas procedente del depurador, no pudo descubrirse indicio alguno de sulfuro de hidrógeno. La temperatura en la zona de reacción del depurador era de aproximadamente 50° C. Del separador se recuperó bencol crudo en cantidades equivalente aproximadamente al 0.8% en volumen del gas crudo. Simultáneamente, se condensó
505 agua en cantidades equivalentes aproximadamente a un secado del 80% del gas, después de tener debidamente en cuenta la humedad formada en la reacción. En este caso, el separador fué calentado exteriormente por calentamiento eléctrico para elevar la tempera



185560

510 tura del fondo a unos 180° C. Entre el separador y el regenerador se empleó también precalentamiento eléctrico exterior para elevar la temperatura de la alúmina a 280° C. aproximadamente antes de su entrada en la parte superior del regenerador. Unos 22 litros de aire fueron hechos pasar en el mismo sentido de corriente por la capa de alúmina caliente de esta cámara, elevando 515 esencialmente la temperatura el calor de la oxidación del azufre en anhídrido sulfuroso.

NOTA

Se reivindica como nuevo y de propia invención :

520 1.- Perfeccionamientos introducidos en los procedimientos de depuración de gases industriales, caracterizados por eliminarse el hidrógeno sulfurado de dichos gases industriales tratando éstos con anhídrido sulfuroso en presencia de un adsorbente sólido que favorece la reacción entre el hidrógeno sulfuroso y el anhídrido sulfuroso.

525 2.- Perfeccionamientos introducidos en los procedimientos de depuración de gases industriales según la reivindicación 1), caracterizados por tener el adsorbente forma granular.

530 3.- Perfeccionamientos introducidos en los procedimientos de depuración de gases industriales, según las reivindicaciones 1) o 2), caracterizados por estar constituido el adsorbente por alúmina activada o carbón activado.

535 4.- Perfeccionamientos introducidos en los procedimientos de depuración de gases industriales, según una cualquiera de las reivindicaciones 1), 2) o 3), caracterizados por obtenerse el anhídrido sulfuroso empleado para la reacción mediante regeneración del adsorbente.

540 5.- Perfeccionamientos introducidos en los procedimientos de depuración de gases industriales, según la reivindicación 4), caracterizados por el hecho de que el adsorbente pasa por gravedad por una serie de recipientes constituidos por un depurador, un separador y un regenerador.

545 6.- Perfeccionamientos introducidos en los procedimientos de depuración de gases industriales, según la reivindicación 5), caracterizados por el hecho de que el adsorbente es elevado neumáticamente desde el fondo del aparato hasta la parte superior del mismo, desde donde baja por el aparato por la acción de la gravedad, estando controlada la rapidez de la bajada por medios convenientes, como una válvula o placa articulada dispuesta cer-

185560



ca del fondo del aparato.

550

7.- Perfeccionamientos introducidos en los procedimientos de depuración de gases industriales, según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizados por el hecho de que las temperaturas del recipiente de reacción están previstas y controladas de forma que faciliten la adsorción de humedad y bencol y otros compuestos simultáneamente a la reacción, siendo calentado el adsorbente o gas cerca de la entrada de gas y enfriado antes de la salida.

555

8.- Perfeccionamientos introducidos en los procedimientos de depuración de gases industriales, según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizados por el hecho de que una parte del adsorbente evita la zona calentada de reacción del depurador, de modo que llega al fondo del depurador en estado relativamente frío.

560

9.- Perfeccionamientos introducidos en los procedimientos de depuración de gases industriales según la reivindicación 8), caracterizados por el hecho de que la mayor parte de la reacción se verifica en un tubo central interior del recipiente de reacción, siendo calentado de ser necesario el gas o adsorbente cerca de la entrada del gas y enfriado antes de su salida, siendo introducido el gas en el tubo central, dejando así bajar adsorbente frío por el espacio anular y facilitando así la adsorción de humedad y bencol y otros compuestos simultáneamente a la reacción.

565

570

10.- Perfeccionamientos introducidos en los procedimientos de depuración de gases industriales según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizados por el hecho de que el calor producido en la oxidación del azufre es utilizado para calentar el adsorbente bien en la parte adecuada de la cámara de reacción para favorecer la reacción, o para secar el adsorbente eliminando al propio tiempo el bencol y/o para precalentar el adsorbente antes de la oxidación del azufre, o por cualquiera combinación de estas operaciones o todas ellas.

575

580

11.- Perfeccionamientos introducidos en los procedimientos de depuración de gases industriales según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizados por el hecho de que, para aumentar la rapidez de circulación del adsorbente por la cámara de reacción y aumentar por tanto la adsorción de humedad y bencol y otros compuestos contenidos en el gas, una parte del adsorbente es desviado después de la zona de secado, de modo que no pasa por la zona de oxidación sino que devuelve una parte del azufre

585



590 adsorbido a la cámara de reacción para aumentar su concentración de azufre.

595 12.- Perfeccionamientos introducidos en los procedimientos de depuración de gases industriales según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizados por el hecho de que las partes principales del aparato, como por ejemplo la cámara de reacción, la tolva que la alimenta, la zona de secado que la sigue y la zona de oxidación, pueden comunicar con la parte adyacente por un estrecho conducto de anchura suficiente para permitir el libre paso del adsorbente, pero bastante estrecho para reducir las infiltraciones de gas de una parte a la otra.

600 13.- Perfeccionamientos introducidos en los procedimientos de depuración de gases industriales según cualquiera de las reivindicaciones 1), 2), 3) o 4), caracterizados por el hecho de que el adsorbente está inmóvil en una serie de recipientes en cada uno de los cuales, por turno, se hace que tenga lugar la reacción con anhídrido sulfuroso, seguida de períodos de separación, regeneración y enfriamiento.

610 14.- Perfeccionamientos introducidos en los procedimientos de depuración de gases industriales según las anteriores reivindicaciones, caracterizados por conducir a la eliminación del hidrógeno sulfurado contenido en dichos gases industriales.

615 15.- Perfeccionamientos introducidos en los procedimientos de depuración de gases industriales según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizados por el hecho de que el gas para depurar contiene benceno, humedad o compuestos orgánicos del azufre, o mezclas de uno o más de éstos, que son eliminados total o parcialmente por adsorción durante el proceso de depuración.

620 16.- Perfeccionamientos introducidos en los procedimientos de depuración de gases industriales, según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizados por conducir a la obtención de anhídrido sulfuroso bien mediante los procedimientos descritos o a través de sus equivalentes químicos.

625 17.- Perfeccionamientos introducidos en los procedimientos de depuración de gases industriales, según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizados por conducir a la obtención de azufre bien mediante los procedimientos descritos o a través de sus equivalentes químicos.

630 18.- Perfeccionamientos introducidos en los procedimientos de depuración de gases industriales.

185560



1948

Tal y como queda descrito en la anterior Memoria descriptiva, que consta de diecisiete hojas foliadas y mecanografiadas en una sola cara, y representado en los dos planos adjuntos.

Madrid, 13 de octubre de 1948.

P.A.

EL AGENTE OFICIAL

Sancho

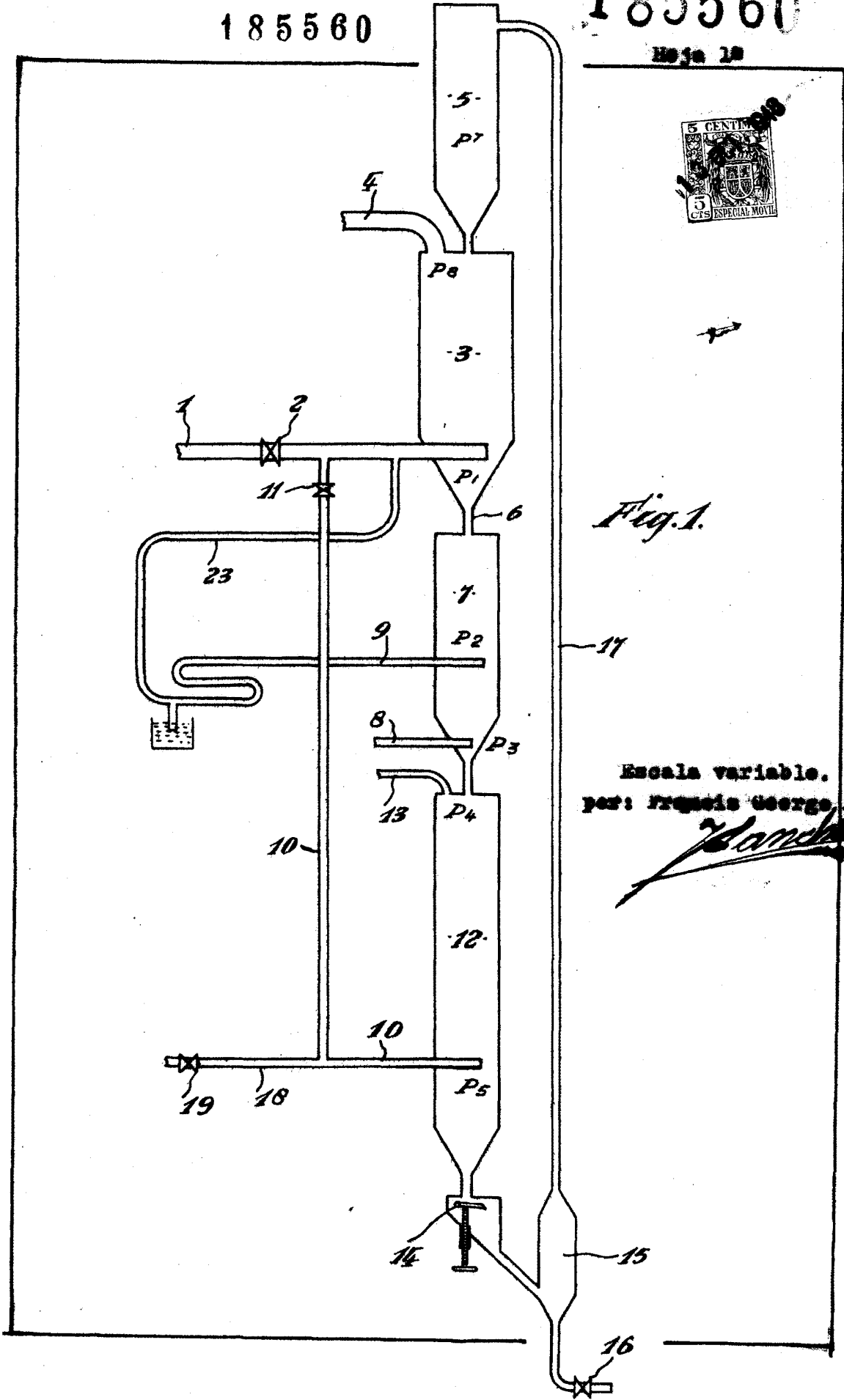


Fig. 1.

Escala variable.
por: Francis George Andrus

Handwritten signature

185561

185560

No 12 29

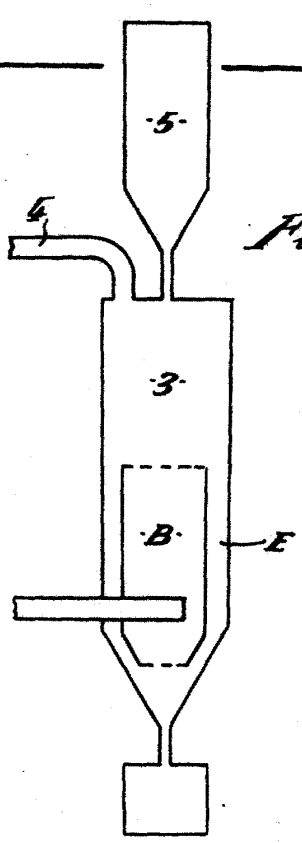


Fig. 2.

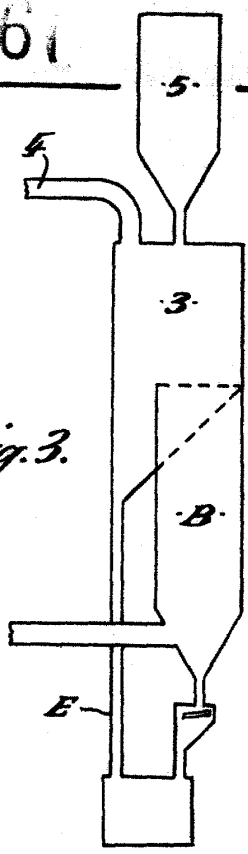


Fig. 3.

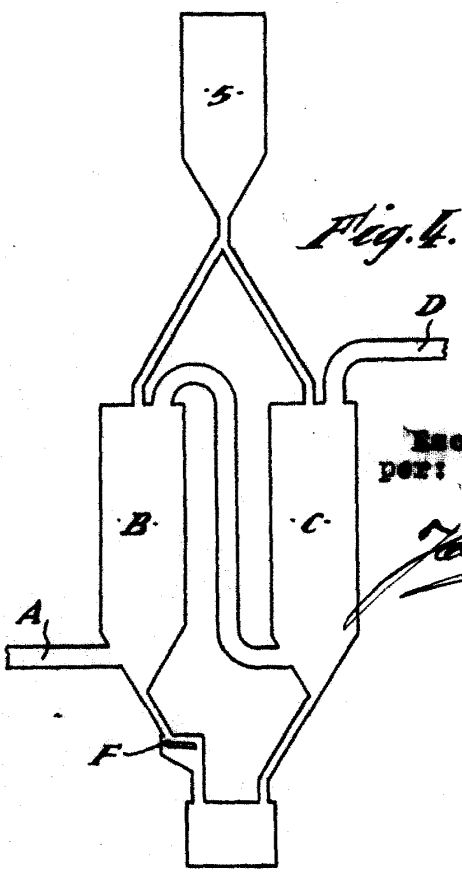


Fig. 4.

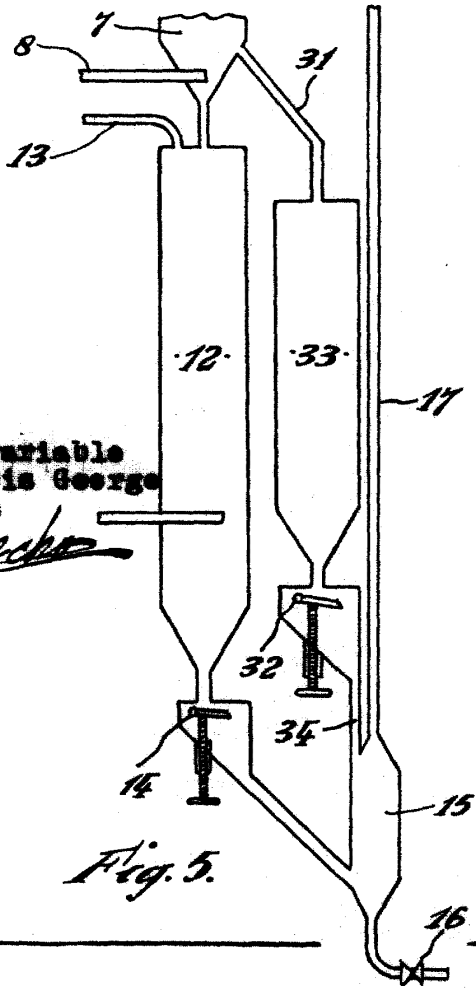


Fig. 5.

Escala variable
per: Francis George
Andas

Francis George Andas