

323698

323698

MEMORIA DESCRIPTIVA  
DE LA  
PATENTE DE INVENCION

Que se solicita por 20 años para España

A favor de Empresa Auxiliar de la Industria, S.A.  
entidad española domiciliada en  
Madrid, Plaza de Salamanca, número 8

Por "PROCEDIMIENTO DE CONTACTO FLUIDIZADO, CON PARTICULAR  
APLICACION AL BENEFICIO DE MINERALES SULFURADOS"

del que son inventores: Prof. Dr. Angel VLAN-ORTUÑO

Lcdo. químico Vicente MARTIN-MUNICIO

Madrid, ' 1 MAR 1966

323698



323698

MEMORIA DESCRIPTIVA

de la PATENTE DE INVENCION que se solicita por 20 años para España, a favor de EMPRESA AUXILIAR DE LA INDUSTRIA, S.A., entidad española domiciliada en Madrid, Plaza de Salamanca, 8, por:

"PROCEDIMIENTO DE CONTACTO FLUIDIZADO, CON PARTICULAR APLICACION AL BENEFICIO DE MINERALES SULFURADOS"

del que son inventores: Prof. Dr. Angel VIAN-ORTUÑO, y  
Lcdo. Químico Vicente MARTIN-MUNICIO

-----

Hay tres factores primarios que condicionan las reacciones sólido-fluido: la cinética de la transformación experimentada por las partículas del sólido, la distribución de tamaños del sólido y la forma de contacto sólido-fluido.

5. Gran parte de las ventajas del lecho fluidizado como forma de contacto se basan en la posibilidad de utilizar sólidos pulverizados y, por tanto, distribuciones de tamaños muy favorables. Pero tal y como se practica esta técnica hasta ahora, no sólo se produce la mezcla rápida y efectiva de
10. las partículas del sólido con la fase fluida, sino también la de las partículas todas del lecho entre sí. Esta circunstancia se refleja incluso en la designación de "mixed operations"

323698



- 2 -

con que se conocen en la bibliografía anglosajona, que recoge el hecho de la mezcla entre sí de los sólidos granulares  
15. del lecho con la expresión "backmix flow".

La buena mezcla sólido-fluido es siempre conveniente, pero la mezcla entre sí de partículas con muy distinto grado de transformación da lugar a numerosos inconvenientes cuando son posibles reacciones laterales o secundarias.

20. Desde el punto de vista práctico, la dicha mezcla de sólidos se traduce además en que los lechos fluidizados de trabajo continuo producen un sólido que no puede estar constituido totalmente por sólidos completamente transformados más que si el tiempo de residencia del sólido en el lecho  
25. es muy elevado -teóricamente infinito- es decir, si se opera con volúmenes de lecho muy grandes respecto a la velocidad de alimentación o producción. Y como esto supone encarecimiento, se han ideado métodos para remediarlo, como son la multiplicación del número de lechos -en disposición adyacente o super-  
30. puestos- o la división del lecho mediante tabiques.

Estas soluciones no son siempre aplicables o, al menos, no son las más deseables en muchos casos. Por ejemplo, en la tostación de piritas arsenicales -donde la coexistencia de partículas con grado de oxidación total ( $Fe_2O_3$ ) provoca la fijación de los compuestos de arsénico eliminados por las partículas recién incorporadas al lecho- la compartimentación del lecho de tostación favorece los peligrosos fenómenos de sinte-  
35. rización, porque se originan zonas de recalentamiento en aquellos puntos en que la distribución sólido-fluido se perturba  
40. y hace que se acumulen tamaños de grano gruesos. Si, para eludir la compartimentación se opera con dos o más lechos en aparatos separados, los costes de inversión son altos y aparece



323698

la dificultad de la intercomunicación de los lechos. En todo caso, la transformación del sólido granular se produce escalonadamente -un escalón de la composición por cada compartimiento o lecho- y no de manera prácticamente continua como generalmente interesa.

Un estudio teórico y práctico muy minucioso sobre la cinética de estos lechos y el mecanismo por el que en ellos se mezclan los sólidos, nos ha llevado a la conclusión de que el contacto fluidizado puede lograrse en un único lecho, sin los citados escalonamientos, ni tabiques, es decir, con una transformación del sólido de acuerdo con un gradiente de gran continuidad y controlado, es decir, muy regular, con tal de que se evite la conocida particularidad de los lechos fluidizados cual es su tendencia a la mezcla de los sólidos granulares que los forman, tan interesante para finalidades diferentes a las que este invento pretende aplicarse.

Según nuestras observaciones hay dos causas que provocan la mezcla de los sólidos granulares que componen un lecho fluidizado, a saber:

1. La agitación mecánica del grano propia de la fluidización, proceso que se realiza según las leyes bien conocidas de distribución turbulenta y, naturalmente, dentro del propio lecho;

2. El salto de partículas al espacio superior del lecho -zona del fluido- constituyendo momentáneamente una "fase no densa" en la que las partículas describen parábolas más o menos alteradas por choques mutuos y van a caer a puntos alejados del de procedencia.

323698



- 4 -

De acuerdo con nuestra experiencia, se evitan o aminoran las causas principales de mezcla de los gránulos del sólido,

75. a) si la superficie de parrilla de un lecho fluidizado se dispone de manera que la relación longitud/anchura sea superior a un cierto valor y si, además, la alimentación de sólido se efectúa por un extremo y por el extremo longitudinalmente opuesto se descarga el producto sólidos transformado (todo ello para contrarrestar el efecto de 1) y,
80. b) si en el espacio de fluido del reactor así construido y operado se instalan pantallas transversales a la dirección entrada-salida del sólido, de manera que las partículas sólidas que saltan continuamente del lecho no puedan avanzar ni retroceder gran trecho (según el mecanismo 2).
- 85.

De esta manera se obtiene un adecuado gradiente de composiciones del sólido que elimina las dificultades propias de una mezcla prematura de gránulos de la fase sólida en estado de transformación muy diferentes, resultando innecesaria la compartimentación o multiplicación del lecho fluidizado.

90.

Por sus condiciones de operación llamamos a este sistema de trabajo lecho fluidizado heterogéneo, lecho fluidizado deslizante o lecho fluidizado túnel.

95.

El establecimiento del deseado y característico gradiente de composiciones del sólido en el lecho fluidizado túnel se favorece según nuestros experimentos, con la elevada velocidad de alimentación de sólido. Por eso nuestro in-

323698



100. vento tiene especial aplicación a procesos de gran escala, como son los contactos sólido-fluido necesarios en ciertas transformaciones metalúrgicas -tostación de sulfuros, cloruración de minerales, lixiviación de menas, etc.- o procesos fisicoquímicos como la adsorción de vapores por adsorbentes sólidos granulares, la desecación de sólidos granulares, etc.

- Claro que una velocidad de alimentación elevada implica corto tiempo de residencia del sólido en el lecho, pero puede ampliarse -para hacerlo compatible con el grado de transformación deseado -disminuyendo el tamaño de grano o aumentando una de estas tres dimensiones del lecho: la altura (H), la anchura (B) o la longitud (L). Preferentemente se aumentará la longitud que, en términos generales, no debe ser inferior a  $3B$ . Por su parte, la buena fluidización impone una cierta relación  $H/B$  que, como se sabe, depende del tamaño de grano. Contrariamente, cuando interese disminuir el tiempo de residencia del sólido se puede inclinar la parrilla -parte más baja hacia la zona de descarga- sin necesidad de alterar las dimensiones óptimas del lecho. Con estos datos, un técnico conocedor del proceso de fluidización puede proyectar la transformación según nuestro invento, adaptándolo a cada caso particular.

- La figura 1 representa en forma esquemática, pero suficientemente precisa, la disposición general, en alzado y planta, de un lecho de la naturaleza que propugnamos. En la figura 1: El sólido granular se alimenta regularmente por 1 y se descarga, transformado, por 2, con igual regularidad. Por 3 (3a, .... 3d) se inyectan los fluidos, que atraviesan y fluidizan el lecho de sólido granular dispuesto sobre la

323698



130. placa perforada 7. Los ciclones 4 (4a, ... 4f) descargan los gases de diferentes zonas devolviendo los sólidos finos al tratamiento. Los gases se recogen finalmente por 5, conjunta o separadamente.

135. En especial, se llama la atención sobre la disposición de las pantallas (6a, ... 6f) destinadas a evitar la mezcla de sólidos de distintas partes del lecho único, según el mecanismo 2 antes citado. Estas pantallas, si conviene, pueden llevar aberturas -preferiblemente en su parte superior, por razones obvias- para equilibrar las presiones en los distintos espacios de gas, en especial cuando tales

140. pantallas se prolongan hacia abajo hasta entrar en el lecho. Hemos comprobado también que la inmersión de esas pantallas en el lecho no causa inconvenientes siempre que su borde inferior se mantenga suficientemente separado de la superficie de la parrilla (7) distribuidora del fluido en el lecho.

145. Incluso esta inmersión contribuye a impedir la mezcla según el mecanismo 1.

150. Es evidente también que el número de entradas de gas -cuatro en el esquema- puede ser mayor o menor. Se destacará aquí la ventaja de poder multiplicar el número de entradas, según los casos, y poder inyectar por cada una gases distintos en composición o temperatura. Así, por ejemplo, en el caso de emplear el sistema de nuestra invención para secar sólidos granulares sensibles al calor, o de propiedades especiales, se puede inyectar por cada punto aire

155. o gases cada vez más calientes, tanto más calientes cuanto más próximo esté el punto de inyección del de descarga del sólido, con lo que el tiempo que el sólido está sometido a

323698



la temperatura elevada es mínimo. Se comprende también el interés, en ciertos casos, de recircular gases húmedos por  
160. alguno de los sectores para controlar el "potencial de desecación" y lograr un secado homogéneo de la totalidad del grano húmedo.

Cuando el caudal de fluido fluidizante resulte elevado por la recirculación adicional, se puede dar mayor  
165. anchura y/o longitud a la sección correspondiente. Lo mismo puede hacerse cuando la cinética de alguna fase de la transformación del sólido aconseje mayor tiempo de residencia en unas condiciones determinadas. También puede reducirse la anchura (B) de una parte del aparato para que el tiempo de  
170. contacto del sólido con los gases fluidizantes de esa zona sea menor que en el resto del aparato.

Hemos observado que en la tostación de piritas arsenicales se logra con nuestro invento automáticamente la desarsenicación, pues la tostación en la mayor parte de la longitud del horno túnel es evidente que se efectuará con defecto de aire, defecto que irá siendo menor a medida que avanza el mineral, o sea, a medida que va estando más transformado, hasta llegar a un punto del recorrido en que la tostación se produce con exceso de oxígeno. En ese punto, si la temperatura de tostación se mantiene intencionadamente baja -unos  
180. 650°-750°- por introducción de superficies de refrigeración o por lluvia de agua o por recirculación de parte de los gases sulfurosos producidos por el propio horno o de otro origen, se puede forzar el proceso de sulfatación del cobre y  
185. del cinc que pudiera contener el mineral y hacerlos fácilmente solubles y aprovechables por lixiviación de las cenizas.

323698



- 8 -

zas de la tostación, sin perjuicio de agotar el azufre  
sulfuro del mineral. Se comprende también que no siendo  
necesario en nuestro caso emplear excesos de aire de tos-  
190. tación tan grandes como en los métodos típicos de tosta-  
ción para lograr el agotamiento del azufre de las cenizas  
-pues el horno puede terminar muy poco después de aquel  
punto de su longitud donde ya hay exceso de aire- los ga-  
ses sulfurosos pueden ser más concentrados que de costum-  
195. bre, aún considerados recogidos juntos los de todas las  
secciones posibles en el horno.

Es fácil apreciar que la forma de realizar el  
contacto sólido-gas que proponemos se presta a múltiples  
aplicaciones ventajosas, aparte las mencionadas como ejem-  
200. plo, que deben considerarse incluídas en el presente inven-  
to. Así, como complemento de lo dicho cabe también consi-  
derar interesantes combinaciones de aplicación del inven-  
to, como es, por ejemplo, canalizar separadamente las co-  
rrientes gaseosas que salen de cada sector, cuando -como  
205. se ha expuesto en el esquema- se ha instalado más de una  
salida de gas.

A este respecto, y con referencia al caso parti-  
cular del tratamiento de las piritas, es interesante indi-  
car que para los primeros contactos sólido-gas se pueden  
210. inyectar en el horno gases calientes no oxidantes -de com-  
bustión regulada, por ejemplo- para destilar el azufre  
"hábil" de la pirita, el que puede condensarse, junto  
con el sulfuro de arsénico y plomo, volátiles, impurifican-  
tes del mineral y aprovecharse, enfriando la corriente de  
215. gas del primer sector recogida separadamente de los demás

323698



gases producidos en el horno al tostarse la pirrotita originada al haber destilado el azufre lábil de la pirita. En este caso, la necesidad de fraccionar la salida de gases estaría impuesta por el deseo de obtener azufre elemental  
220. evitando su contacto con el oxígeno de la zona de tostación, además de evitar su excesiva dilución en los gases totales.

Siguiendo con el mismo ejemplo, si la pirita contiene cierta proporción de cobre y cinc que interese recuperar, por la boca de entrada de gas correspondiente a la zona donde la combustión del mineral está casi completa y los gases producidos acusan ya presencia de oxígeno, se inyectan gases fríos de la propia tostación, ricos por tanto en  $SO_2$ , con lo que la atmósfera de trabajo adquiere en esa zona un valor tan elevado del producto sulfatante ( $p_{SO_2} \times p_{O_2}^{0,5}$ ) que si la temperatura se regula apropiadamente (650-750°C) los citados metales se sulfatan y se pueden recuperar por posterior lixiviación acuosa de la ceniza férrica fría.

Huelga decir que las pantallas que subdividen  
235. los espacios de gas no deben ser perforadas, escotadas o apersianadas, sino continuas, cuando se ha de recoger separadamente alguna fracción gaseosa.

La disposición de lecho tan alargada que se propone con este invento implica para el mismo una relación superficie/volumen muy alta. Por eso es fácil disponer en él elementos de calefacción o de refrigeración con superficie de intercambio calorífico suficiente por elevadas que sean las exigencias caloríficas del proceso. En todo caso, de acuerdo con la característica de este invento, la forma  
240.

323698



245. preferida de tales elementos, dentro de las varias conocidas, será la de placas adosadas a las paredes del horno -o constituyendo las propias paredes del horno- o placas dispuestas longitudinalmente en la zona central del lecho, en el sentido de desplazamiento del sólido para que no inter-  
250. fieran el recorrido de las partículas. También pueden utilizarse para aportar o sustraer calor en el lecho las pantallas dispuestas en el espacio de fluido, si se construyen de dobles paredes y se hace circular un fluido caliente o frío, según el caso, por su interior, o se construyen agrupando unos junto a otros sectores de tubería, en la conocida disposición de "tubos de órgano", por ejemplo.

- Para hacer más accesibles todas las partes del aparato, e incluso para reducir las pérdidas caloríficas con el exterior, cabe distribuir la longitud de reacción necesaria en forma de laberinto (fig. 2), disposición que es evidentemente compatible con la división de la alimentación del fluido y con la recogida por canalizaciones separadas del fluido reaccionado. La disposición en laberinto es conveniente, además, cuando las reacciones del proceso imponen  
265. la presencia de muchos elementos calefactores o refrigeradores, pues entonces pueden sobradamente acoplarse o identificarse con las propias paredes del laberinto. La figura 2 representa esquemáticamente, en planta, vista superior, una  
270. lecho fluidizado. Por 1 se alimenta el producto sólido y granular, y por 2 se descarga. El recorrido medio del sólido se representa por una línea de puntos. Las líneas finas 3, 4, 5

323698



- 11 -

y 6 representan las pantallas que eventualmente pueden disponerse en la zona de fluido para impedir la mezcla de sólidos a través de la misma o para recoger los gases separadamente. La salida del fluido y también su alimentación pueden efectuarse, como se ha dicho, en una sola corriente o separando el total en varias, según convenga a los fines pretendidos. También puede descargarse antes de llegar al final -por 2', por ejemplo- una cierta cantidad de sólido que interese con grado de transformación intermedio.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento y la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las especificaciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por veinte años en España las siguientes,

#### REIVINDICACIONES

290. 1.<sup>a</sup>) Procedimiento de contacto fluidizado con particular aplicación al beneficio de minerales sulfurados, caracterizado porque se reduce al mínimo la mezcla de los sólidos entre sí haciéndolos desplazarse a lo largo de un único lecho alargado -lecho túnel- atravesado de abajo arriba por la corriente cruzada de fluidos fluidizantes.

2.- Procedimiento según reivindicación 1, por el que la relación longitud-anchura de la superficie de fluidización es como mínimo 3/1.

323698



- 12 -

300.           3.- Procedimiento según reivindicación 1, por el que la zona superior o zona de polvos del espacio de fluidización se dota de pantallas deflectoras de polvos dispuestas en sentido transversal respecto a la longitud principal o de desplazamiento del sólido granular que se transforma, las que
305. pueden llegar a sumergirse en el lecho fluidizado.
- 4.- Procedimiento según reivindicaciones 1 y 3, por el que las pantallas deflectoras de polvos pueden tener soluciones de continuidad en su superficie para permitir la intercomunicación de los flúidos sin perjuicio del aislamien
310. to de los sólidos a uno y otro lado de las mismas.
- 5.- Procedimiento según reivindicaciones 1 y 3, por el que los flúidos resultantes de la reacción pueden obtenerse separadamente sacándolos del proceso de contacto por canalizaciones distintas.
315.           6.- Procedimiento según reivindicación 1, por el que los flúidos fluidizantes se pueden introducir por uno o más puntos de la parte inferior del lecho único.
- 7.- Procedimiento según reivindicaciones 1 y 6, por el que en algunos de los puntos de alimentación del flúido
320. fluidizante se pueden inyectar flúidos diferentes, incluso flúido recirculado producido en alguna sección del proceso.
- 8.- Procedimiento según reivindicación 1, por el que la longitud de recorrido de la corriente de sólidos granulares del lecho túnel se dispone en forma de laberinto.
325.           9.- Procedimiento según reivindicación 1, por el que las paredes que confinan el lecho pueden ser de materiales resistentes y conductores del calor, y refrigerarse o calentarse según convenga al proceso de interacción sólido-flúido efectuado.

323698

330. 10.- Procedimiento según reivindicaciones 1 y 2, por el que la parrilla que soporte los sólidos en reposo y da paso al gas fluidizante, se dispone inclinada en el sentido del desplazamiento del sólido y con su parte más baja hacia el lado de la descarga del sólido.

335. 11.- Procedimiento de contacto fluidizado con particular aplicación al beneficio de minerales sulfurados.

Tal y como se reivindica y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria.

Esta Memoria consta de trece páginas mecanografiadas por una sola cara y una hoja de dibujos.

Madrid | 1 MAR 1966



L.A. CRUZ  
P.P.

323698

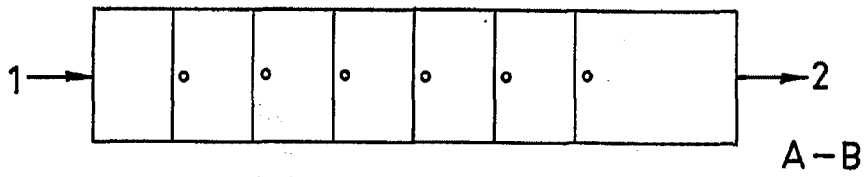
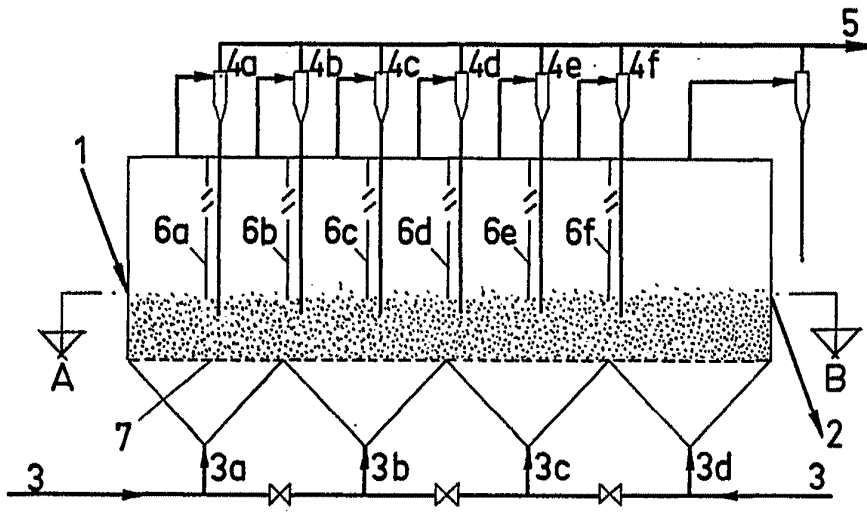


FIGURA 1

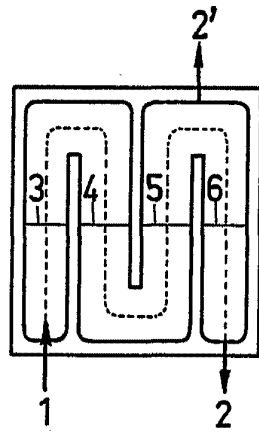


FIGURA 2



1 MAR 1966  
LACRUZ

*[Handwritten signature]*