

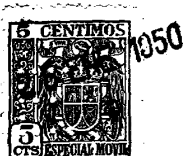


191386

dilatada resultante la masa de partículas del sólido se comporta como un fluido. Cuando el flujo de gas a través de la masa es sólo suficiente para crear tal estado dilatado, la masa es meramente fluida y se obtiene muy poca circulación de partículas a través de toda la masa. Sin embargo, cuando el flujo de gas a través de la masa es incrementado de modo sustancial, se obtienen condiciones de la capa fluida que se caracterizan por una agitación pronunciada de la masa de sólidos y por una circulación considerable de las partículas de ella.

La eficacia del contacto entre el sólido y el gas es, por supuesto, mayor, cuando se obtienen agitación y circulación en la capa fluida, pero esta misma agitación y circulación tienden a reducir al mínimo la utilidad de tal operación en un proceso continuo. Cuando, por ejemplo, las partículas del sólido se cargan continuamente a la parte superior de la capa fluida y las partículas del sólido se retiran de la parte inferior de la capa, las partículas descargadas incluyen no sólo aquellas que han tenido oportunidad adecuada para ponerse en contacto con el gas, sino también una proporción considerable de partículas que han corto-circuitado la capa como resultado de la circulación y que, por consiguiente, han tenido un período de retención insuficiente para las necesidades del proceso.

Se ha reconocido que la mencionada limitación en la utilidad de la operación en capa fluida al realizar un proceso continuo para efectuar contacto entre un sólido y un gas, podría vencerse usando una pluralidad de tales capas en las cuales los sólidos avanzaran desde una capa a otra. El con-



191386

cepto de la operación con capas fluidas múltiples se ha apli-
cado en la práctica hasta ahora soportando masa-s de las par-
tículas del sólido sobre emparrillados separados o similares,
situados generalmente uno sobre otro, siendo las partículas del
5 sólido que abandonan una capa transferidas mecánicamente a la
capa sucesiva siguiente de la serie. Aunque este procedimien-
to hace posible obtener el deseado período de retención entre
el sólido y el gas, y permite además el uso de una sola ali-
mentación de gas para la primera capa de la serie, a usar su-
10 cesivamente como medio fluidificante en cada capa sucesiva,
el uso de medios mecánicos tales como emparrillados para man-
tener las capas individuales ha resultado no ser satisfacto-
rio. Así, se ha comprobado que es difícil eliminar espacios
muertos en torno del borde de tales emparrillados, en los cua-
15 los se efectúa un contacto muy pequeño, si se efectúa alguna,
entre el sólido y el gas. Además, existe tendencia a que las
partículas de sólido rellenen y obstruyan las aberturas de ta-
les emparrillados, y la inaccesibilidad de los emparrillados
dentro del recipiente que los rodea, ha hecho difícil mante-
20 ner una operación suave e ininterrumpida. Se experimentan di-
ficultades adicionales para obtener materiales para construir
tales emparrillados, que resistan el deterioro en las condi-
ciones que reinan dentro de las zonas de contacto.

Hemos descubierto ahora que el contacto en capa
25 fluida entre un sólido y un gas puede efectuarse en una plu-
ralidad de pasos en la cual estos pasos son establecidos y man-
tenidos por alimentaciones de gas separadas sin el uso de em-



191386

parrillados u otros medios mecánicos para mantener los diversos pasos de capa fluida. La operación resultante se caracteriza por todas las ventajas de la operación con capas múltiples y está exenta de los inconvenientes de tal operación según la técnica anterior. La ausencia de emparrillados dentro del recipiente en el cual se realiza la operación elimina espacios muertos y garantiza un contacto uniforme y absolutamente controlable entre el sólido y el gas. Se verá, por tanto, que hemos diseñado un perfeccionamiento en el método de efectuar el contacto entre un sólido y un gas, en el cual una masa de partículas separadas del sólido es expandida al estado de capa fluida por el paso del gas hacia arriba a través de la misma. Esta mejora de acuerdo con nuestro invento comprende introducir el gas en forma de una pluralidad de porciones separadas en partes verticalmente espaciadas de la masa, en cantidad suficiente para crear un estado fluido expandido a través de toda la masa. La introducción de una pluralidad de porciones del gas en la masa de partículas separadas del sólido establece así en la masa una pluralidad de capas fluidas superpuestas en comunicación directa sólida y gaseosa entre sí en forma de una columna fluida. Hemos descubierto que el mantenimiento resultante de una pluralidad de capas fluidas superpuestas solamente por medio de la introducción de una pluralidad de porciones del gas en porciones verticalmente espaciadas de la masa de partículas sólidas sin el uso de medios mecánicos cualesquiera para mantener estas capas conduce de modo especial al establecimiento y mantenimiento de un grado di-



191386

ferente de agitación fluída en cada una de las capas fluídas superpuestas. Manteniendo grados controlablemente diferentes de agitación en los pasos sucesivos o zonas de la capa en la columna fluída, pueden realizarse con la máxima flexibilidad y eficacia procesos para efectuar el contacto entre un sólido y un gas.

El aparato de nuestro invento para efectuar el contacto en capa fluída entre partículas separadas de un sólido y un gas en forma de una columna fluída compuesta de una pluralidad de capas fluídas superpuestas y que se comunican directamente, comprende un recipiente dispuesto verticalmente que define una cámara virtualmente no obstruída. Una pluralidad de alimentaciones de gas están dispuestas a intervalos verticalmente espaciados a lo largo de la cámara. Se disponen medios para introducir el gas en el recipiente a través de dichas entradas, para introducir las partículas del sólido en la extremidad superior de la cámara, y para retirar material gaseoso de la extremidad superior de la cámara. Un segundo recipiente que define una cámara de superficie de sección transversal esencialmente mayor que la cámara mencionada en primer lugar, está situado ventajosamente encima de él y en comunicación directa con él, siendo entonces las partículas de material sólido introducidas en, y el material gaseoso extraído de, la extremidad superior del recipiente superior de mayor área de sección transversal.

Estas y otras características nuevas del invento se comprenderán mejor por referencia a la descripción siguiente



191386

tomada conjuntamente con los dibujos, en los cuales

La figura 1 es un alzado en sección transversal a través de un recipiente de acuerdo con el invento, en el cual se mantienen dos capas fluídas;

5 la figura 2 es un alzado en corte transversal a través de otra forma de recipiente en el cual pueden mantenerse tres capas fluídas superpuestas;

10 la figura 3 es un alzado en sección transversal a través de un recipiente similar al representado en la figura 2, provisto además de una sección ensanchada, encima de él, con las ventajas que luego se describen; y

la figura 4 muestra un aparato que comprende un recipiente de contacto múltiple con los detalles representados en la figura 3.

15 El aparato representado en la figura 1 comprende un recipiente 1 dispuesto verticalmente que define una cámara columnaria de superficie de sección transversal esencialmente uniforme a través de toda su longitud. Un dispositivo de carga adecuado tal como una tolva 2 comunica con la extremidad superior del recipiente 1 para suministrar al mismo el material sólido. El material sólido es retirado de la extremidad inferior del recipiente 1 por la salida de descarga 3. Una alimentación de gas al fondo del recipiente es proporcionada por una o más entradas de gas 4, provistas de válvula, y una segunda alimentación de gas es proporcionada por una o
20 más entradas de gas 5, provistas de válvulas, situadas a una distancia sustancial por encima de la entrada inferior de gas
25



1 9 1 3 8 6

y aproximadamente adyacente a la parte intermedia del recipiente 1. Todo el material gaseoso es ventajosamente retirado de la cámara de contacto por una salida de gas 6 adyacente a la extremidad superior del recipiente 1, y así, es mantenido un
5 flujo ascendente de gas a través de la masa de partículas cargadas en el mismo. Todo el recipiente puede estar rodeado por una camisa 7 de control de la temperatura, que tiene una entrada 8 y una salida 9 para un medio de control de la temperatura, ya para aportar calor al recipiente 1, ya para derivarlo de él, si se desea tal control de la temperatura.
10

El funcionamiento del aparato de acuerdo con nuestro invento se caracteriza por su sencillez. Las partículas separadas de un sólido son cargadas continuamente dentro del recipiente 1 desde la tolva 2, y el gas que ha de ponerse en
15 contacto con el sólido es introducido en la masa de partículas cargadas por las entradas 4 y 5. Por correlación apropiada del tamaño de las partículas del sólido, las cantidades relativas del gas introducido por las citadas entradas, y las dimensiones de la cámara columnaria dentro del recipiente 1,
20 se establecen dos fases de contacto de capa fluida dentro de la cámara, cada una de las cuales se caracteriza por un estado fluido de la masa de partículas separadas dentro de ella.

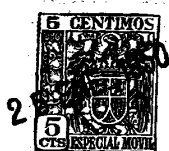
La correlación del tamaño de partículas y aportación de gas con las dimensiones de la sección transversal del
25 recipiente son bien conocidas en la técnica y no precisan discutirse aquí. Hemos comprobado que es especialmente ventajoso introducir por las entradas de gas inferiores 4 una can-



191386

5 tidad suficiente del gas para dilatar la masa de partículas
sólidas de encima en tal medida que su densidad aparente en
la parte inferior del recipiente 1, representada por la zona
identificada con "A" en el dibujo (figura 1) sea aproximada-
mente 75-90% de la densidad a granel de la masa de partícu-
las cargadas. Hemos descubierto también que es ventajoso in-
troducir por la entrada superior siguiente 5 para el gas tal
cantidad del gas como para establecer encima una zona, inden-
tificada como zona "B" en el dibujo, en la cual la densidad
10 aparente de la masa fluida de partículas sólidas será aproxi-
madamente 55-75% de la densidad a granel de la masa de par-
tículas cargadas. La expresión "densidad aparente" según se
usa en esta Memoria y en las reivindicaciones significa la
densidad fluidificada de la masa, es decir, la densidad de
15 la masa fluidificada expresada en función del peso de un vo-
lúmen unida-d de la masa fluidificada.

Hemos descubierto que el funcionamiento suave de un
proceso de contacto de sólido con gas es ayudado aportando las
partículas cargadas con una distribución de tamaños que varía
20 en toda una gama importante. Así, hemos descubierto que, aun-
que partículas de virtualmente un tamaño único pueden llevar-
se al funcionamiento en capa fluida y pueden usarse satisfac-
toriamente en el método y aparato de nuestro invento, la ca-
pa más impenetrable proporcionada por una distribución en el
25 tamaño de las partículas dentro de una escala considerable de
dicho tamaño de partículas favorece el establecimiento y man-
tenimiento de las condiciones de la capa fluida. Los tamaños



1 0 1 3 8 6

de partículas máximo y mínimo que pueden emplearse de acuerdo con nuestro invento, ya sean las partículas de un tamaño único o de muchos tamaños distribuidos sobre una gama de tamaños, son aquellos bien comprendidos en la técnica. El tamaño óptimo de partículas es determinado por una compleja relación entre la densidad de las partículas del sólido, la naturaleza de la superficie de estas partículas, y la proporción máxima de flujo del gas que, a su vez, depende de la naturaleza del proceso de contacto sólido-gas y del período de contacto que se desee. El tamaño máximo de partículas es determinado por la aptitud del gas, que fluye dentro de la proporción admisible, para mantener las partículas en suspensión parcial, y el tamaño mínimo de las partículas es determinado por la tendencia de las partículas finas de material cargado a ser arrastradas por la corriente de gas y a ser así retiradas de la zona de operación. Por consiguiente, la distribución de los tamaños debe limitarse a estos tamaños de partículas máximo y mínimo que pueden determinarse de modo definido con el mejor éxito por tanteo.

La variación en el tamaño de las partículas o en la escala de distribución del tamaño de las partículas con la densidad y la naturaleza de las partículas de material sólido que pueden ponerse en contacto con un gas de acuerdo con nuestro invento queda representada por los siguientes ejemplos específicos. En la gasificación de carbón de antracita por contacto con vapor de agua para producir hidrógeno y monóxido de carbono, antracita con un peso específico de 2.1 se tritura



101386

ventajosamente y se tamiza para producir partículas que pasan por el tamiz de 14 mallas y son retenidas por el tamiz de 65 (Standard de Tyler). La densidad a granel de una masa de tales partículas sin expansión para efectuar fluidificación es de unos 0.77 Kgs. por dm^3 . Desde luego, que tanto el tamaño como la densidad a granel disminuirá a medida que avanza la reacción de contacto, pero esta escala de tamaño de partículas es deseable para la carga introducida en la columna fluida. En la calcinación del contenido de carbonato de calcio de mineral de zinc de Sterling Hill poniéndolo en contacto con aire caliente, el mineral, que tiene un peso específico de 2.7 es molido y tamizado para pasar por un tamiz de 4 y ser retenido por uno de 35 mallas, para producir una carga satisfactoria para la columna fluida. La densidad a granel de tal carga es de unos 1.12 Kgs. por dm^3 . En la cloración preferencial del contenido en hierro de arena de playa de ilmenita poniéndola en contacto con gases de cloración, la arena con un peso específico de 4.8 y tamizada para pasar por un tamiz de 65 y ser retenida sobre uno de 150 mallas, produce una carga adecuada para la columna fluida, con una densidad a granel de unos 2,4 Kgs. por dm^3 . En un procedimiento para precalentamiento mineral de hierro y titanio haciéndolo pasar a través de una columna fluida en contacto con gas caliente que sirve como medio fluidificante, se produce una carga adecuada para la columna fluida triturando y tamizando un mineral de hierro y titanio con un peso específico de 4.8 a una escala de tamaño de partículas de a través de 6 y sobre 35 mallas. La masa resul-



191386

tante de partículas de carga tiene una densidad a granel de unos 2.32 Kgs. por dm^3 . En la tostación de un concentrado de mineral de sulfuro de zinc, cuyas partículas finas están agregadas y luego tamizadas para producir una masa de partículas separadas, las partículas agregadas se cargaron a la columna fluida donde son tostadas en contacto con aire como medio fluidificante. El concentrado de mineral sulfuroso, con un peso específico de 4.1, debe agregarse para dar una carga con una distribución de tamaños de las partículas separadas que caigan dentro de la escala de a través de 6 y sobre 65 mallas, y con preferencia a través de 8 y sobre 35 mallas. La carga resultante tiene una densidad a granel de aproximadamente 1.47 Kgs. por dm^3 .

La cantidad de gas usada al efectuar el contacto en columna fluida del sólido y el gas de acuerdo con nuestro invento necesita ser sólo la teóricamente requerida para conseguir el resultado deseado. Con un recipiente de una cierta superficie de sección transversal, sea de forma cilíndrica o rectangular, se requiere una proporción definida de flujo de gas para establecer y mantener condiciones de capa fluida dentro del recipiente para cualquier sólido cuyas partículas caigan dentro de la escala determinada de tamaños óptimos. El período de contacto entre el sólido y el gas puede ajustarse así mediante una selección apropiada de la profundidad total de la pluralidad de capas fluidas que componen la columna fluida. Con la profundidad de la columna fluida determinada de este modo, la pluralidad de capas fluidas su-



1 9 1 3 8 6

perpuestas y en comunicación directa se obtienen introduciendo una parte de la cantidad total del gas dentro de la porción más inferior de la capa e introduciendo el resto del gas, ya a un solo nivel situado aproximadamente entre medias de
5 la altura vertical de la capa, como antes se ha descrito, o con una pluralidad de niveles verticalmente espaciados a través de toda la masa, como se describe con más detalle en lo que sigue. Se verá, por consiguiente, que el método y el aparato del invento están destinados a establecer y mantener
10 una pluralidad de capas fluidas superpuestas en comunicación directa sólida y neumática entre sí cuando se usa solamente aquella cantidad de gas teóricamente requerida para completar la operación de contacto sólido-gas que se considera. Será evidente, por supuesto, que puede hacerse pasar más cantidad
15 de gas de la teórica en contacto con el material sólido a fin de crear un margen de seguridad que garantizará la terminación del resultado que se desea obtener por el contacto entre el sólido y el gas. Este resultado puede conseguirse aumentando la proporción de flujo del gas a través de las capas fluidas mientras se mantienen las mencionadas condiciones de expansión en la masa de partículas sólidas, o este resultado puede obtenerse disminuyendo la altura total de la columna fluida o aumentando la proporción a la cual las partículas sólidas pasan a través de la columna, o por cualquier combinación
20 de estas medidas.
25

La distribución del gas entre partes separadas de la columna fluida puede variarse considerablemente en la prác-



1 91386

5 tica del invento. Por ejemplo, un estado fluido expandido
puede mantenerse en la parte inferior de la carga usando tan
poco como 15 a 20% de la alimentación total de gas como medio
fluidificante para la misma. Como quiera que un aumento ul-
5 terior en el porcentaje del gas total introducido en el fon-
do de la columna aumenta simplemente el grado de agitación de
la masa fluida en la parte inferior de la carga, hemos descu-
bierto que en general no es ventajoso usar más de la mitad
aproximadamente del gas total como medio fluidificante en la
10 parte inferior de la carga. Así, preferimos usar al menos
la mitad de la alimentación total de gas como segunda alimen-
tación de medio fluidificante introducida en las porciones
intermedias u otras superiores de la columna. El volumen in-
crementado de gas proporcionado a la columna por encima de la
15 capa fluida más inferior favorece la agitación más violenta
de la masa en la zona de encima de la segunda entrada de gas.
Por consiguiente, una mayor parte del resultado a conseguir
por el contacto sólido-gas es efectuada generalmente encima
de la segunda entrada de gas 5, y la terminación del contac-
20 to resultante se efectúa en la zona más tranquila pero, no
obstante, fluida, entre la entrada de gas más inferior y la
segunda entrada de gas.

Aunque el método y el aparato de nuestro invento
consideran el uso de tan poco como sólo dos alimentaciones
25 de gas, verticalmente espaciadas, para establecer una colum-
na fluida del material sólido que comprende dos pasos direc-
tamente comunicantes de contacto en capa fluida con diferen-



191386

tes grados de agitación, hemos descubierto que es especialmente ventajoso suministrar una parte de la cantidad total de gas como tercera alimentación por encima de la segunda entrada de gas 5. Cuando el invento se practica de este modo, una parte del gas es suministrada a través de una o más entradas 10 provistas de válvulas, según se representa en la figura 2, situadas a una distancia verticalmente espaciada por encima de la segunda entrada de gas 5 y capaces de introducir esta porción ulterior del gas en la parte más superior de la columna fluída. La porción de la alimentación total de gas que puede usarse para esta finalidad puede oscilar entre desde aproximadamente 10% hasta aproximadamente 40%, aunque al presente preferimos usar como 20% del gas total como esta tercera alimentación de gas. Cuando una parte del gas total se usa así como 15 tercera alimentación de gas, la columna fluída de carga es dividida en tres capas o zonas directamente comunicantes, comprendiendo el paso más inferior la zona A caracterizada por acción fluída con agitación suave, comprendiendo el segundo paso la zona B con agitación más activa de la capa fluída, y 20 comprendiendo el tercer paso la zona C caracterizada por agitación violenta de la capa fluída. Las condiciones deseadas de capa fluída se establecen así en la columna fluída con el resultado de que las densidades aparentes de los sólidos en las tres zonas A, B y C comprenden 75-90%, 55-75% y 50-60%, 25 respectivamente, de la densidad a granel de la masa de partículas cargadas.

En operaciones de contacto de sólidos y gas que



191386

oscilan desde el contacto de arena con un gas a la tostación de minerales sulfurosos poniéndolos en contacto con aire, hemos verificado, parcialmente por inspección y parcialmente por medio de probetas insertadas desde la parte superior de la columna de carga hacia abajo en cada uno de estos pasos, que la fluidificación tiene lugar en la zona más inferior A con agitación proporcionada por burbujas ascendentes de gas. Una agitación más violenta de la capa fluída ocurre en la zona B, debido a la formación de más burbujas de gas posiblemente mayores. Una agitación violenta de la capa fluída ocurre en la zona C en medida tal que se ha observado una pulsación brusca y pronunciada en esta zona. Como resultado de una investigación a fondo de esta acción en la zona C, creemos que se forma p-rogresivamente una capa fluída en la parte más inferior de la zona C por una lluvia descendente de partículas desde la parte superior del recipiente y que cuando esta capa alcanza tal profundidad como para llegar a ser impenetrable al rápido flujo de gas a su través como para establecer una presión sustancial de gas bajo ella, la masa fluída parece desintegrarse a modo de una pequeña explosión. La lluvia resultante de partículas hacia abajo a través de la zona C forma de nuevo una capa similar, y la pulsación a modo de explosión se produce de nuevo. Tal agitación violenta como la obtenida en la zona C proporciona contacto entre las partículas cargadas y el gas ascendente, tal como para producir unas condiciones de contacto muy eficaces entre el sólido y el gas.



191386

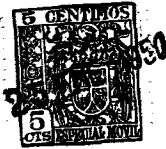
5 Cuando el invento se practica introduciendo el gas fluidificante en dos partes separadas de la columna fluida dentro del recipiente 1 a fin de establecer en él dos pasos de contacto de capa fluida, la agitación activa de carga fluidificada en la zona superior B produce sólo una ligera tendencia a la pérdida de partículas finas por insuflación hacia arriba fuera de la masa fluida superior. Cuando el invento se practica usando tres alimentaciones de gas a fin de mantener tres pasos de contacto de capa fluida dentro del recipiente

10 1, el paso superior se caracteriza en general por una agitación tan violenta como para aumentar la tendencia a que las partículas finas sean expulsadas de esta masa fluida superior. La pérdida de material fino arrastrado hacia arriba fuera de la parte superior de la columna fluida en el curso de cualquier tipo de operación puede reducirse al mínimo disponiendo

15 una cámara ensanchada encima y en comunicación con la parte superior del recipiente principal 1. La cámara superior ensanchada puede tener cualquier configuración apropiada que sirva para disminuir la velocidad de los gases que abandonan la capa fluida superior de modo que las partículas finas puedan sedimentarse y volver a la parte superior de la columna fluida. Aunque este resultado puede obtenerse proveyendo la

20 cámara ensanchada superior con una zona que se ensancha hacia fuera y hacia arriba en forma de un tronco de cono invertido, hemos descubierto que es especialmente ventajoso construir la

25 cámara superior en la forma representada en la figura 3. En esta forma preferida del aparato, la cámara superior 11 es de



191386

forma cilíndrica con una superficie de sección transversal en
esencia mayor que la del recipiente principal 1. Puede crear-
se comunicación directa entre las dos cámaras de sección trans-
versal diferente ventajosamente por un tragante de conexión es-
trechado 12 que sirve para facilitar el movimiento de la car-
ga desde la cámara superior a la parte superior de la cámara
principal inferior del recipiente 1, mientras se reduce al mí-
nimo el establecimiento de espacios muertos adyacentes a la
extremidad inferior de la cámara grande superior 11.

10 Hemos descubierto que es posible mantener en la
parte inferior de la gran cámara superior otra capa fluída
de las partículas de material cargado que sirve, no sólo co-
mo cubierta permable sobre la capa fluída superior violenta-
mente agitada dentro del recipiente principal 1, sino también
15 como paso primario de contacto. Esta fase de capa zona de
fluída más superior se indentifica como zona "D" en la figu-
ra 3. El contacto iniciado en la zona D aumentá así la capa-
cidad del horno, y en muchos casos puede servir la función
útil adicional de efectuar un acondicionamiento preliminar
20 de las partículas individuales de la carga en tal medida que
sean resistentes a la desintegración cuando se someten a la
violenta agitación fluída que reina especialmente en la zo-
na C. Tal acondicionamiento es especialmente ventajoso cuan-
do las partículas de la carga se obtienen por agregación de
25 partículas mucho más finas y se mantienen juntas por un aglu-
tinante. En el caso de operaciones de contacto a elevada tem-
peratura, el acondicionamiento preliminar de las partículas



191386

cargadas puede comprender la sinterización parcial de las partículas más finas que componen cada una de las partículas mayores, pero separadas, de la carga sin, causar, sin embargo, una sinterización de la capa.

5 La superficie de la sección transversal de la gran cámara superior 11 es tal, ventajosamente, que el volumen total de los gases que suben desde la parte superior del recipiente principal 1 creará en la zona D un estado fluída expandido, suavemente agitado, en la masa de partículas de la
10 carga. Cuando las superficies de sección transversal de la cámara superior 11 y el recipiente principal inferior 1 están apropiadamente correlacionadas, la actividad en la capa fluída en la zona D más superior puede hacerse aproximadamente la misma que la que reina en la zona B, y en general hemos comprobado que esta correlación es deseable, pero no esencial.
15

 El método y el aparato de nuestro invento pueden usarse ventajosamente en una gran variedad de procesos en los cuales un sólido ha de ponerse en contacto con un gas. Tales
20 procesos pueden suponer el mero contacto físico, tal como la permutación de calor con el fin de recuperar el calor sensible de un gas o el calor sensible de un sólido finamente dividido. Esta permutación del calor puede utilizarse en varias formas, incluyendo la permutación de calor entre un gas
25 caliente y material sólido relativamente frío, que debe precalentarse antes de ser cargado a un tratamiento subsiguiente. Tal operación sencilla de permutación de calor puede ser



191386

ilustrada por el precalentamiento de un mineral de hierro y titanio antes de su ulterior tratamiento en un horno. El mineral, con un peso específico de 4.8 y molido a un tamaño que pasa por el tamiz de 6 mallas y es retenido en el de 35, se calienta haciéndolo pasar continuamente a través de la columna fluida e introduciéndolo en la columna, como medio fluidificante para el mismo, una mezcla de un gas de calentamiento y aire que proporciona el deseado calentamiento del mineral por su combustión dentro de la columna.

Un procedimiento que implica el mero contacto físico entre un gas y un sólido, pero en el cual la naturaleza del sólido es alterada, puede ser ilustrado por un tratamiento de calcinación. Ental tratamiento, el gas fluidificante puede contener, o puede proporcionar por su combustión con la masa de partículas sólidas, mucho o todo el calor requerido para la calcinación, o puede usarse un gas fluidificante relativamente frío y el calor para la calcinación puede ser proporcionado por un medio calentador, tal como gas de calentamiento introducido y quemado dentro de la camisa de control de la temperatura, 7, que encierra el recipiente principal 1. Por ejemplo, el método y el aparato del invento pueden usarse para la calcinación de la ganga de carbonato de calcio en un mineral. Ilustrativos de tal operación, se obtuvieron resultados satisfactorios por el tratamiento de mineral de zinc de Sterling Hill conteniendo aproximadamente 25% de carbonato de calcio y molido a una distribución de tamaño de partículas tal que las partículas pasen a través de



1 913 86

un tamiz de 4 mallas (Standard de Tyler), pero sean retenidas sobre un tamiz de 35 mallas. El contenido en carbonato de calcio del mineral es descompuesto fácilmente bajo las condiciones de capa fluida que reinan dentro de la columna fluida de acuerdo con el invento, por la introducción de aire en las 5 entradas de gas, siendo la masa fluida mantenida a una temperatura de aproximadamente 1000° C introduciendo un gas de calentamiento y aire dentro de la camisa 7 y quemando en ella la mezcla. Alternativamente, el agente fluidificante puede 10 comprender una mezcla del gas de calentamiento y aire (o incluso aire enriquecido en oxígeno u oxígeno solo), proporcionando de este modo la combustión del gas de calentamiento dentro de la masa de partículas del sólido el calor deseado para efectuar la calcinación. Se apreciará que las proporciones 15 relativas de gas de calentamiento y aire (o similar) pueden diferir en la mezcla gaseosa suministrada a diferentes porciones de la masa de partículas dentro de la columna fluida, a fin de obtener cualesquiera condiciones térmicas deseadas en las diversas zonas en toda la columna.

20 El método y aparato del invento son también aplicables al contacto de un sólido con un gas en un proceso en el cual tenga lugar una reacción química entre el sólido y el gas. Por ejemplo, puede gasificarse carbón de antracita introduciendo vapor de agua como medio fluidificante para una 25 capa del carbón con un peso específico de 2.1 y molida a entre 14 y 65 mallas. El contacto entre el vapor y la antracita, calentados externamente por la combustión de un gas de

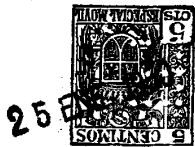


1 913 86

calentamiento dentro de la camisa 7 a una temperatura de unos 1100° C, da como resultado la producción eficaz de un producto gaseoso, que comprende hidrógeno y monóxido de carbono, que es retirado de la salida de gas 6.

5 Otro ejemplo de una acción química entre un gas y un sólido de acuerdo con nuestro invento comprende la cloración de arenas de playa de ilmenita. La arena de ilmenita, con un peso específico de 4.8 y un tamaño de entre 6 y 150 mallas, se clora preferentemente para separar el contenido de
10 hierro de la arena haciendo pasar la arena progresivamente hacia abajo a través de la columna fluida y usando un gas de cloración como medio fluidificante. A una temperatura de 1000° mantenido por calentamiento externo como antes se ha descrito, el contenido en hierro de la arena es clorado preferencialmente
15 con la producción y vaporización resultantes de cloruro férrico que es retirado con los gases de escape por la salida del gas, 6.

 La tostación de concentrados de minerales de zinc ilustra la aplicación de nuestro invento a un proceso de tratamiento químico que, no sólo es autógeno, sino que puede requerir enfriamiento externo. En tal operación, un concentrado de sulfuro de zinc de Austinville con 88.5% de sulfuro de zinc y un contenido de plomo de 0.9% y un contenido de hierro de 2.4%, se agrrgó con 5% de licor de sulfito y 4.5% de agua
20 añadida, luego se densificó en un aplastador, se expulsó a través de aberturas, se secó luego y se trituró, y luego se tamizó a entre 10 y 35 mallas. Cuando las partículas de con-
25



1 913 86

centrado de mineral resultatos se cargaron continuamente a la parte superior del recipiente principal 1 y se encendieron en presencia de aproximadamente 1.1 veces de la cantidad teórica de aire requerida para tostar este mineral introducida por las entradas 4,5 y 10 en las cantidades respectivas de 20%, 60% y 20%, la tostación del mineral sube la temperatura de la masa a aproximadamente 1000° C, y el mineral es tostado virtualmente por completo, sin sinterización entre sí de las partículas separadas de la carga de mineral. El calor de la reacción es eliminado por circulación de aire o agua de enfriamiento a través de la camisa 7 de control de la temperatura.

El contacto de un sólido y un gas de acuerdo con nuestro invento puede usarse también en un proceso de mezcla en el cual se desee efectuar la mezcla íntima de dos o más materiales sólidos. En tal operación, la pluralidad de materiales sólidos tamizados a tamaño apropiado se cargan en la parte superior del recipiente 1 y se mantiene en condiciones de capa fluida de acuerdo con el invento por la introducción de cualquier gas apropiado de fluidificación, tal como aire, en las entradas para gas. La circulación extensa de material sólido dentro de la columna fluida favorece la mezcla eficaz de los materiales sólidos, sin corto-circuito, de modo que los materiales pueden ser retirados de la extremidad inferior del recipiente 1 en un estado uniforme y vigorosamente mezclado.

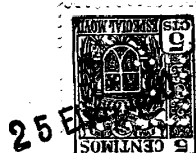
Aunque el método del invento se ha descrito en lo



1 9 1 3 8 6

que antecede en relación con el uso de dos o tres alimentaciones de gas para mantener condiciones de capa fluida encima de ellas dentro de la carga de partículas de material sólido, debe entenderse que pueden disponerse una o más alimentaciones adicionales de gas a intervalos verticalmente espaciados. Así, pueden mantenerse dos, tres o cuatro o más zonas dentro del recipiente 1, estando cada una de las diferentes capas fluidas en comunicación directa entre sí sin la interposición de emparrillados u otros medios separadores mecánicos y caracterizándose cada una de las capas por un grado diferente de agitación fluida. Cuando se dispone un número tan grande de alimentación de gas espaciados, el espaciamento entre ellas puede ser tan pequeño que las zonas sucesivas pueden caracterizarse por grados fluidos que no difieren suficientemente entre sí para presentar límites distintos. Sin embargo, tal operación se caracterizará por el establecimiento de una capa fluida en la parte más inferior del recipiente 1 y de condiciones de capa fluida encima de ella de grado de agitación fluida progresivamente creciente.

20 Cuando se desea crear un período de retención entre el sólido y el gas mayor que el que puede obtenerse en las formas de aparatos representadas en las figuras 1, 2 y 3, pueden usarse ventajosamente aparatos tales como el representado en la figura 4. Tal aparato comprende un recipiente principal inferior 1 similar al representado en la figura 1. La extremidad superior del recipiente 1 comunica por un tragante estrechado 12 con otro recipiente 1a esencialmente mayor que



191386

el recipiente inferior 1, pero similar en dimensiones de sección transversal, por ejemplo, a la cámara superior 11 de la figura 3. La extremidad superior del recipiente superior la comunica igualmente por otro tragante estrechado 12a con una cámara superior 11a ensanchada que sirve para la misma función que la cámara ensanchada 11 en el aparato representado en la figura 3. Es admitido gas a la parte inferior del recipiente principal inferior 1 a través de la entrada de gas 4, y las segunda y tercera alimentaciones de gas se disponen a través de las entradas 5 y 10, respectivamente. Estas tres alimentaciones de gas establecen en el recipiente principal 1 tres capas fluídas de grados diferentes de actividad fluída correspondiendo a las zonas A, B y C de la figura 3. La actividad de la capa fluída en la extremidad inferior del recipiente mayor la corresponden a la zona D de la figura 3, aunque puede caracterizarse por una agitación algo menos fluída que la zona B y puede corresponder más aproximadamente a la actividad que reina en la zona A. Entradas de gas adicionales 5a y 10a dispuestas a intervalos espaciados a través de toda la longitud del recipiente superior ensanchado la establecen respectivamente encima de ellas dos capas fluídas adicionales que pueden caracterizarse por actividades que corresponden a las zonas B y C en el recipiente principal inferior 1. Estas zonas se han identificado, por consiguiente, como zonas "B'" y "C'" en la figura 4. La capa fluída mantenida en la parte inferior de la cámara grande superior 11a se caracteriza ventajosamente por, en esencia los mismos gra-



191386

dos de actividad que la zona D y se ha identificado, por tan-
to, en la figura 4, como zona "D'". Se verá que disponiendo
una pluralidad de recipientes superpuestos de dimensiones di-
ferentes, según se representa por los recipientes 1 y 2 en
5 la figura 4, la cantidad de gas introducida en la carga de
partículas de material sólido no está limitada a la que pue-
de usarse de modo ~~activo~~ en un solo recipiente. Por consi-
guiente, pueden reunirse dos o más recipientes de superfi-
cie de sección transversal progresivamente mayor y operarse
10 de acuerdo con el invento para realiza-r el contacto de cual-
quier material sólido firmemente dividido con un gas para sa-
tisfacen cualesquiera requisitos del período de retención.

Como se ha representado en las figuras 3 y 4, una
alimentación adicional del gas puede dirigirse hacia abajo
15 contra la parte superior de la capa fluida superior en la zo-
na D introduciendo el gas a través de una lanza 13 provista
de válvula que lo expulsa hacia abajo dentro del gran reci-
piente superior 11. En los procesos de contacto de sólido
con gas que suponen interacción química, esta alimentación
20 superior de gas proporciona un reactivo gaseoso adicional en
una zona que normalmente está empobrecida en reactivo gaseo-
so disponible y con ello facilita la iniciación de la reac-
ción entre el gas y la carga entrante de partículas del com-
ponente sólido. La circulación que reina en la capa flui-
25 da en la zona D favorece la oclusión en la capa de nuevo gas
introducido por la lanza 13 y mejora así la iniciación de la
reacción deseada. Se apreciará que el gas introducido por la



350

1 9 1 3 8 6

lanza 13 no precisa ser el mismo gas introducido por las otras
entradas de gas 4, 5 y 10, y puede ser tal como para efectuar
algún acondicionamiento deseado de la carga antes de su tra-
tamiento en la columna fluida dentro del recipiente princi-
5 pal 1.

Se verá, por tanto, que el método y el aparato de
nuestro invento hacen posible el contacto de un sólido con un
gas en una cámara sin emparrillados en la cual se establece
una pluralidad de zonas de contacto en comunicación directa
10 entre sí y con la masa de partículas cargadas del sólido man-
tenida en estado fluido en cada zona. La densidad aparente
de la masa de partículas de material sólido en estas zonas,
que oscila desde aproximadamente 50% hasta aproximadamente
90% de la densidad a granel de la masa de partículas cargada,
15 indica el contacto íntimo creado entre el sólido y el gas.
Cada partícula dentro de la columna fluida está por completo
rodeada en una atmósfera del gas que está constantemente en
movimiento. El mantenimiento de una pluralidad de capas fluí-
das de grados de densidad y agitación controlablemente diferen-
20 tes en forma de una columna fluida, hace posible una flexibi-
lidad y eficiencia de operación continua de que no se dispo-
nía en la técnica anterior.

Nuestro invento es aplicable a una gran variedad
de operaciones de contacto de sólido y gas en las cuales la
25 introducción del gas en la masa de partículas del sólido tie-
ne como finalidad efectuar solo agitación de las partículas
sólidas, efectuar una transferencia de calor, entre el sóli-



1 913 86

do y el gas, efectuar una reacción entre el sólido y el gas,
o de favorecer una reacción entre dos componentes del gas
fluidificante, cuando el sólido funciona como catalizador.
El sólido puede ser una sola sustancia o una mezcla de sus-
5 tancias, dependiendo de las necesidades y de los objetos bus-
cados en el proceso de contacto del sólido con el gas. El
gas puede ser un gas único o una mezcla de gases, dependien-
do análogamente de las necesidades y objetos buscados del
proceso, como se ha discutido detalladamente en lo que ante-
10 cede. Se comprenderá, por consiguiente, que las expresio-
nes "sólido" y "gas" según se usen en esta Memoria y en las
reivindicaciones incluyen un único sólido o gas o una plura-
lidad de sólidos o gases, o ambas cosa-s. Además, el voca-
blo "gas" se usa en esta Memoria y en las reivindicaciones
15 para incluir materiales normalmente gaseosos así como los va-
pores de otros materiales que sean normalmente líquidos (ta-
les como agua, alcoholes, etc.) o normalmente sólidos (tales
como zinc metálico, etc.), pero que pueden vaporizarse a la
temperatura que reina o se mantiene en la operación en colum-
20 na fluída de acuerdo con nuestro invento.

Esta solicitud, que corresponde a la presentada
en los Estados Unidos de América, el 5 de Febrero de 1949,
bajo el Número 74.813, se acoge a los beneficios del artícu-
lo 51 del vigente Estatuto Ley sobre Propiedad Industrial.



1 9 1 3 8 6

---- N O T A ----

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, son los siguientes:

5 1º. Un aparato para efectuar contacto en capa
flúida entre partículas separadas de un sólido y un gas en
forma de una columna flúida compuesta de una pluralidad de
capas flúidas superpuestas y directamente comunicantes, que
comprende un recipiente dispuesto verticalmente que define
10 una cámara en esencia no obstruída, una pluralidad de entra-
das para gas dispuestas a intervalos verticalmente espacia-
dos a lo largo de la cámara, medios para introducir el gas
dentro del recipiente a través de dichas entradas, medios pa-
ra introducir las partículas del sólido en la extremidad su-
15 perior de la cámara, y medios para retirar material gaseoso
de la extremidad superior de la cámara.

20 2º. Un aparato para efectuar contacto en capa
flúida entre partículas separadas de un sólido y un gas en
forma de una columna flúida compuesta de una pluralidad de
capas flúidas superpuestas y directamente comunicantes, que
comprende un recipiente dispuesto verticalmente que define
una cámara esencialmente no obstruída, un segundo recipien-
te que define una cámara en esencia no obstruída, de super-



1 91386

ficie de sección transversal sustancialmente mayor que la primera cámara mencionada y situada encima de ella en comunicación directa con ella, una pluralidad de entradas de gas dispuestas a intervalos verticalmente espaciados a lo largo de la cámara primeramente mencionada, medios para introducir el gas en el recipiente a través de dichas entradas, medios para introducir las partículas del sólido en la extremidad superior del recipiente de mayor superficie de sección transversal, y medios para retirar material gaseoso de la extremidad superior de dicho recipiente de mayor superficie de sección transversal.

3º. Un aparato según se reivindica en el punto 2º., provisto además de medios para introducir y dirigir una alimentación de gas hacia abajo dentro de la porción superior de dicho segundo recipiente.

4º. Un aparato para efectuar contacto en capa fluída entre partículas separadas de un sólido y un gas en forma de una columna fluída compuesta de una pluralidad de capas fluídas superpuestas y directamente comunicantes, que comprende una pluralidad de recipientes dispuestos verticalmente cada uno de los cuales define una cámara en esencia no obstruída, estando cada recipiente situado encima del otro en comunicación directa con él, siendo cada recipiente sucesivamente superior de sección transversal esencialmente mayor que la del recipiente que está debajo de él, definiendo el recipiente más superior una cámara en esencia no obstruída de superficie de sección transversal esencialmente mayor



que la del mayor de dicha pluralidad de recipientes, **191386** situado encima de él en comunicación directa con él, una pluralidad de entradas de gas dispuestas a intervalos verticalmente espaciados a lo largo de cada uno de dicha pluralidad de recipientes, medios para introducir el gas dentro de los recipientes a través de dichas entradas, medios para introducir las partículas del sólido dentro de la extremidad superior de dicho recipiente más superior, y medios para retirar material gaseoso de la extremidad superior de dicho recipiente más superior.

5
10

5°. Un aparato para efectuar contacto en capa fluída.

Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede, ilustrado en el dibujo que se acompaña y para los fines que se han especificado.

15

Esta Memoria consta de treinta hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid a 25 ENE. 1950

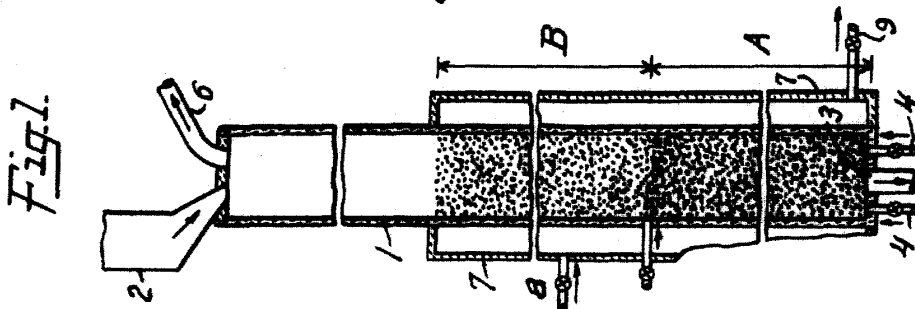
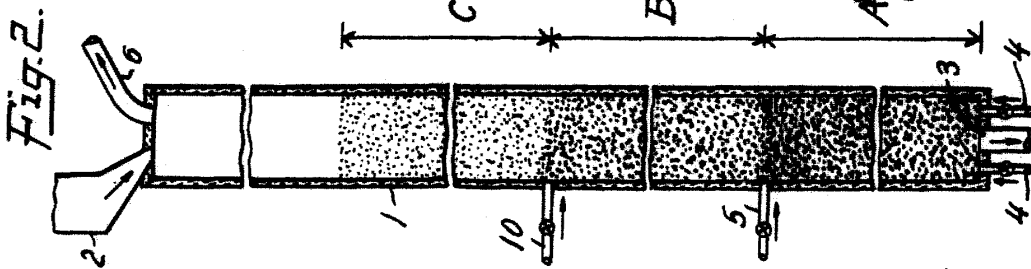
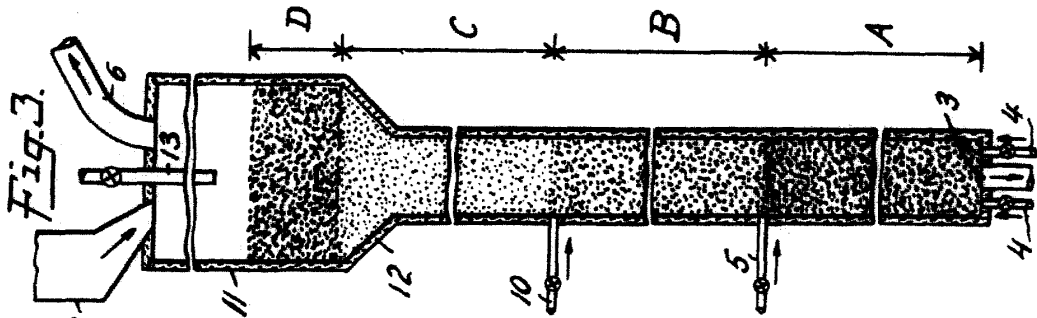
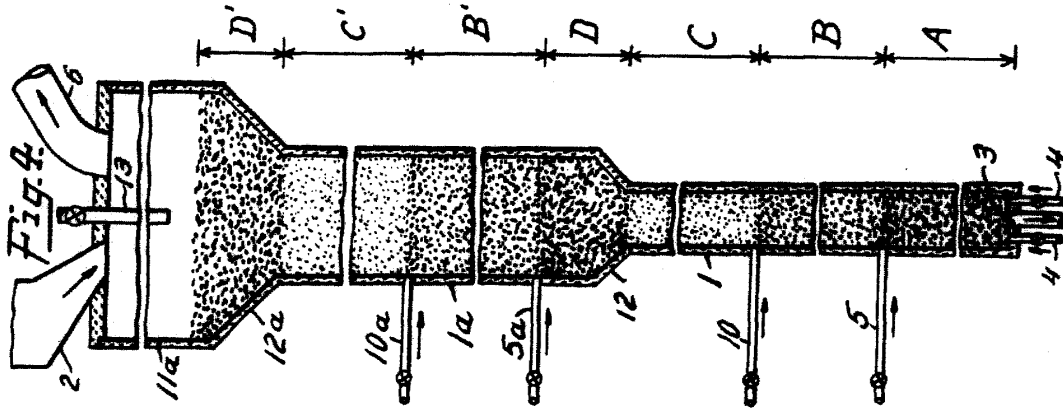
P. A.

Alberto de Elzaburu
Por Poder



191386

191386



191386

P. A.
Alberto de Elzaburu
Por Poder