

P - 7861

25E



191385

25 ENE. 1950 191385

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de THE NEW JERSEY ZINC COMPANY, entidad norteamericana, establecida en 160 Front Street, Nueva York, N.Y., Estados Unidos de América, por:

"UN METODO PARA EFECTUAR CONTACTO EN CAPA FLUIDA".

- 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 -

Este invento se refiere al contacto en capa fluida entre sólidos y gases y tiene por objeto un nuevo método para tal operación en capa fluida.

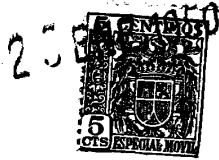
5 Se sabe que puede obtenerse un contacto especialmente efectivo entre un sólido y un gas mediante la operación en capa fluida. La capa fluida se obtiene haciendo pasar



191385

el gas hacia arriba a través de una masa de partículas separadas del sólido, correlacionándose el flujo de gas a través de la masa de partículas sólidas y el tamaño de las partículas de modo que la masa de partículas se expanda. En la condición 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 obtenido 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

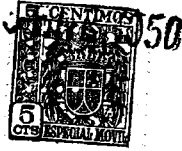


la utilidad de la operación en capa flúida al realizar un proceso continuo para efectuar contacto entre un sólido y un gas, podría vencerse usando una pluralidad de tales capas en las cuales los sólidos avanzarán desde una capa a otra. El concepto de la operación con capas flúidas múltiples se ha aplicado en la práctica hasta ahora soportando masas de las partículas de sólido sobre emparrillados separados o similares, situados generalmente uno sobre otro, siendo las partículas del sólido que abandonan una capa transferidas mecánicamente a la capa sucesiva siguiente de la serie. Aunque este procedimiento hace posible obtener el deseado período de retención entre el sólido y el gas, y permite además el uso de una sola alimentación de gas para la primera capa de la serie, a usar sucesivamente como medio fluidificante en cada capa sucesiva, el uso de medios mecánicos tales como emparrillados para mantener las capas individuales ha resultado no ser satisfactorio. Así, se ha comprobado que es difícil eliminar espacios muertos en torno del borde de tales emparrillados, en los cuales se efectúa un contacto muy pequeño, si se efectúa alguno, entre el sólido y el gas. Además, existe tendencia a que las partículas de sólido rellenen y obstruyan las aberturas de tales emparrillados, y la inaccesibilidad de los emparrillados dentro del recipiente que los rodea, ha hecho difícil mantener una operación suave e ininterrumpida. Se experimentan dificultades adicionales para obtener materiales para construir tales emparrillados, que resistan el deterioro en las condiciones que reinan dentro de las zonas de contacto.



1 913 85

Hemos descubierto ahora que el contacto en  
capa flúida entre un sólido y un gas puede efectuarse en  
una pluralidad de pasos en la cual estos pasos son estable-  
cidos y mantenidos por alimentaciones de gas separadas sin  
5 el uso de emparrillados u otros medios mecánicos para man-  
tener los diversos pasos de capa flúida. La operación resul-  
tante 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 em-  
10 parrillados 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 perfecciona-  
miento en el método de efectuar el contacto entre un sólido  
15 y un gas, en el cual una masa de partículas separadas del  
sólido es expandida al estado de capa flúida 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  
20 verticalmente espaciadas de la masa, en cantidad suficien-  
te para crear un estado flúido expandido a través de toda  
la masa. La introducción de una pluralidad de porciones del  
gas en la masa de partículas separadas del sólido estable-  
ce así en la masa una pluralidad de capas flúidas superpues-  
25 tas en comunicación directa sólida y gaseosa entre sí en  
forma de una columna flúida. Hemos descubierto que el man-  
tenimiento resultante de una pluralidad de capas flúidas  
superpuestas solamente por medio de la introducción de una



1 9 1 3 8 5

5 pluralidad de porciones del gas en porciones verticalmente  
espaciadas de la masa de partículas sólidas sin el uso de me-  
dios mecánicos cualesquiera para mantener estas capas condu-  
ce de modo especial al establecimiento y mantenimiento de un  
10 grado diferente de agitación flúida en cada una de las capas  
flúidas superpuestas. Manteniendo grados controlablemente di-  
ferentes de agitación en los pasos sucesivos o zonas de la  
capa en la columna flúida, pueden realizarse con la máxima  
flexibilidad y eficacia procesos para efectuar el contacto  
10 entre un sólido y un gas.

Estas y otras características nuevas del in-  
vento se comprenderán mejor por referencia a la descripción  
siguiente tomada conjuntamente con los dibujos, en los cua-  
les

15 La figura 1 es un alzado en sección transver-  
sal a través de un recipiente de acuerdo con el invento, en  
el cual se mantienen dos capas flúidas;

la figura 2 es un alzado en corte transversal  
a través de otra forma de recipiente en el cual pueden man-  
20 tenerse tres capas flúidas superpuestas;

la figura 3 es un alzado en sección transver-  
sal 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

25 la figura 4 muestra un aparato que comprende  
un recipiente de contacto múltiple con los detalles repre-  
sentados en la figura 3.

El aparato representado en la figura 1 com-



prende 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 más entradas de gas 5, provistas de válvula, situadas a una distancia sustancial por encima de la entrada inferior de gas y aproximadamente adyacentes 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 flujo ascendente de gas a través de la masa de partículas cargadas en el mismo. Todo el recipiente puede estar rodeado por una cámara 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.

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 contacto con el sólido es introducido en la masa de partículas cargadas por las entradas 4 y 5. Por correlación apropiada



25

191385

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, 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 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 cantidad 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 aproximadamente 75-90% de la densidad a granel de la masa de partículas cargadas. Hemos descubierto también que es ventajoso introducir por la entrada superior siguiente 5 para el gas tal cantidad del gas como para establecer encima una zona, identificada como zona "B" en el dibujo, en la cual la densidad aparente de la masa fluida de partículas sólidas será aproximadamente 55-75% de la densidad a granel de la masa de partículas 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 la masa fluidificada expresada en función del peso de un volumen unidad de la masa fluidificada.

Hemos descubierto que el funcionamiento suave



191385

de un proceso de contacto de sólido con gas es ayudado aportando las partículas cargadas con una distribución de tamaños que varía en toda una gama importante. Así, hemos descubierto que, aunque partículas de virtualmente un tamaño único pueden llevarse al funcionamiento en capa flúida y pueden usarse, satisfactoriamente en el método y aparato de nuestro invento, la capa más impenetrable proporcionada por una distribución en el tamaño de las partículas dentro de una escala considerable de dicho tamaño de partículas favorece el establecimiento y mantenimiento de las condiciones de la capa flúida. Los tamaños 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 aquéllos 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 máximo 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



191385

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 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  $\text{dm}^3$ . 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  $\text{dm}^3$ . En la cloración preferencial del contenido en hierro de arena de playa de ilmenita poniéndola en contacto con gases de cloración,



191385

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 flúida, con una densidad a granel de unos 2,4 Kgs. por  $\text{dm}^3$ . En un procedimiento para precalentar mineral de hierro y titanio haciéndolo pasar a través de una columna flúida en contacto con gas caliente que sirve como medio fluidificante, se produce una carga adecuada para la columna flúida 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 resultante de partículas de carga tiene una densidad a granel de unos 2.32 Kgs. por  $\text{dm}^3$ . 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 flúida 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 caiga 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  $\text{dm}^3$ .

La cantidad de gas usada al efectuar el contacto en columna flúida 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

25



191385

cilíndrica o rectangular, se requiere una proporción definida de flujo de gas para establecer y mantener condiciones de capa flúida 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 flúidas que componen la columna flúida. Con la profundidad de la columna flúida determinada de este modo, la pluralidad de capas flúidas superpuestas 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 la altura vertical de la capa, como antes se ha descrito, o en 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 una pluralidad de capas flúidas 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 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 flú-



191385

das 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 de estas medidas.

La distribución del gas entre partes separadas de la columna fluida puede variarse considerablemente en la práctica 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 ulterior en el porcentaje del gas total introducido en el fondo de la columna aumenta simplemente el grado de agitación de la masa fluida en la parte inferior de la carga, hemos descubierto que en general no es ventajoso usar más de la mitad aproximadamente del gas total como medio fluidificante en la parte inferior de la carga. Así, preferimos usar al menos la mitad de la alimentación total de gas como segunda alimentación de medio fluidificante introducida en las porciones intermedias u otras superiores de la columna. El volumen incrementado de gas proporcionado a la columna por encima de la 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, y la termina-



1950

191385

ción del contacto resultante se efectúa en la zona más tranquila pero, no obstante, flúida, 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 de gas, verticalmente espaciadas, para establecer una columna flúida del material sólido que comprende dos pasos directamente comunicantes de contacto en capa flúida con diferentes 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. Cuando el invento se practica de este modo, una parte del gas es suministrada a través de una o más entradas provistas de válvula, según se representa en la figura 2, situadas a una distancia verticalmente espaciada por encima de la segunda entrada de gas y capaces de introducir esta porción ulterior del gas en la parte más superior de la columna flúida. 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 tercera alimentación de gas, la columna flúida de carga es dividida en tres capas o zonas directamente comunicantes, comprendiendo el paso más inferior la zona A caracterizada por acción flúida con agitación suave, comprendiendo el segundo paso la zona B con agitación más activa de la capa flúida, y comprendiendo el tercer paso la zona C caracterizada por agitación violenta de la capa



191385

flúida. Las condiciones deseadas de capa flúida se estable-  
cen así en la columna flúida 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%, respectivamente, de  
5 la densidad a granel de la masa de partículas cargadas.

En operaciones de contacto de sólido y gas  
que oscilan desde el contacto de arena con un gas a la tosa  
tación de minerales sulfurados poniéndolos en contacto con  
aire, hemos verificado, parcialmente por inspección y par-  
10 cialmente 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 as-  
cendentes de gas. Una agitación más violenta de la capa flú-  
15 da ocurre en la zona B, debido a la formación de más burbu-  
jas de gas posiblemente mayores. Una agitación violenta de la  
capa flúida ocurre en la zona C en medida tal que se ha obser-  
vado una pulsación brusca y pronunciada en esta zona. Como  
resultado de una investigación a fondo de esta acción en la  
20 zona C, creemos que se forma progresivamente una capa flúida  
en la parte más inferior de la zona C por una lluvia ascen-  
dente de partículas desde la parte superior del recipiente  
y que cuando esta capa alcanza tal profundidad como para lle-  
gar a ser impenetrable al rápido flujo de gas a su través  
25 como para establecer una presión sustancial de gas bajo ella,  
la masa flúida 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

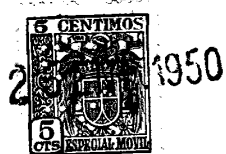


2 1950

1 913 85

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.

5 Cuando el invento se practica introduciendo el gas fluidificante en dos partes separadas de la columna flúida dentro del recipiente 1 a fin de establecer en él dos pasos de contacto de capa flúida, 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 flúida superior. Cuando el invento se practica usando tres alimentaciones de gas a fin de mantener tres pasos de contacto de capa flúida dentro del recipiente 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 flúida superior. La pérdida de material fino arrastrado hacia arriba fuera de la parte superior de la columna flúida en el curso de cualquier tipo de operación puede reducirse al mínimo disponiendo 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 flúida superior de modo que las partículas finas puedan sedimentarse y volver a la parte superior de la columna flúida. Aunque este resultado puede obtenerse proveyendo la cámara ensanchada su-

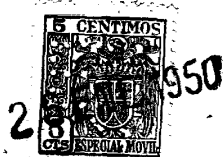


1 913 85

85

perior 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 cámara superior en la forma representada en la figura 3. En esta forma preferida del aparato, la cámara superior II es de forma cilíndrica con una superficie de sección transversal en esencia mayor que la del recipiente principal I. Puede crearse comunicación directa entre las dos cámaras de sección transversal diferente ventajosamente por un tragante de conexión estrechada 12 que sirve para facilitar el movimiento de la carga desde la cámara superior a la parte superior de la cámara principal inferior del recipiente I, mientras se reduce al mínimo el establecimiento de espacios muertos adyacentes a la extremidad inferior de la cámara grande superior II.

Hemos descubierto que es posible mantener en la parte inferior de la gran cámara superior otra capa flúida de las partículas de material cargado que sirve, no sólo como cubierta permeable sobre la capa flúida superior violentamente agitada dentro del recipiente principal I, sino también como paso primario de contacto. Esta fase de capa zona de flúido más superior se identifica como zona "D" en la figura 3. El contacto iniciado en la zona D aumenta así la capacidad del horno, y en muchos casos puede servir la función útil adicional de efectuar un acondicionamiento preliminar de las partículas individuales de la carga en tal medida que sean resistentes a la desintegración cuando se someten a la violenta agitación flúida que reina especialmente en la zona C. Tal acondicionamiento es especial-



191385

mente ventajoso cuando las partículas de la carga se obtienen por agregación de partículas mucho más finas y se mantienen juntas por un aglutinante. En el caso de operaciones de contacto a elevada temperatura, el acondicionamiento preliminar de las partículas 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.

10 La superficie de la sección transversal de la gran cámara superior II es tal, ventajosamente, que el volumen total de los gases que suben desde la parte superior del recipiente principal I creará en la zona D un estado fluido expandido, suavemente agitado, en la masa de partículas de la carga. Cuando las superficies de sección transversal de la cámara superior II y el recipiente principal inferior I están apropiadamente correlacionadas, la actividad en la capa fluida en la zona D más superior puede hacerse aproximadamente la misma que la que reina en la zona B, 15 y en general hemos comprobado que esta correlación es deseable, pero no esencial. 20

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 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 25



191385

5 puede utilizarse en varias formas, incluyendo la permutación de calor entre un gas 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 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 introduciendo 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.

15 Un procedimiento que implica el mere 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. En tal 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. Ilustrativo de tal operación, se



191385

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 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 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 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 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.

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



191385

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 calentamiento dentro de la camisa 7 a una temperatura de unos 5 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.

Otro ejemplo de una acción química entre un gas y un sólido de acuerdo con nuestro invento comprende la 10 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 preferencialmente para separar el contenido de hierro de la arena haciendo pasar la arena progresivamente hacia abajo a través de la columna fluida y usando un 15 gas de cloración como medio fluidificante. A una temperatura de 1000°, mantenida por calentamiento externo como antes se ha descrito, el contenido en hierro de la arena es clorado preferencialmente con la producción y vaporización resultantes de cloruro férrico que es retirado con los gases de escape 20 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 25 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 agregó con 5% de licor de sulfito y 4.5% de agua añadida, luego se densificó en un aplastador



191385

se expulsó a través de aberturas, se secó luego y se trituro,  
y luego se tamizó a entre 10 y 35 mallas. Cuando las partícu-  
las de concentrado de mineral resultantes se cargaron conti-  
nuamente a la parte superior del recipiente principal 1 y se  
5 encendieron en presencia de aproximadamente 1.1 veces de la  
cantidad teórica de aire requerida para testar este mineral  
introducida por las entradas 4,5 y 10 en las cantidades res-  
pectivas de 20%, 60% y 20%, la tostación del mineral sube  
la temperatura de la masa a aproximadamente 1000°C, y el mi-  
10 neral es tostado virtualmente por completo, sin sinteriza-  
ción entre sí de las partículas separadas de la carga de  
mineral. El calor de la reacción es eliminado por circula-  
ción de aire o agua de enfriamiento a través de la camisa 7  
de control de la temperatura.

15 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 plurali-  
dad de materiales sólidos tamizados a tamaño apropiado se  
20 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 ex-  
tensa de material sólido dentro de la columna fluida favore-  
25 ce la mezcla eficaz de los materiales sólidos, sin corte-cir-  
cuito de modo que los materiales pueden ser retirados de la  
extremidad inferior del recipiente 1 en un estado uniforme y  
vigorosamente mezclado.



191385

Aunque el método del invento se ha descrito en lo que antecede en relación con el uso de dos o tres alimentaciones de gas para mantener condiciones de capa flúida 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 flúidas 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 flúida. Cuando se dispone un número tan grande de alimentaciones de gas espaciadas, el espaciamiento entre ellas puede ser tan pequeño que las zonas sucesivas pueden caracterizarse por grados de fluidez que no difieren suficientemente entre sí para presentar límites distintos. Sin embargo, tal operación se caracterizará por el establecimiento de una capa flúida en la parte más inferior del recipiente 1 y de condiciones de capa flúida encima de ella de grado de agitación flúida progresivamente creciente.

Quando se desee crear un período de rotación 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



1950

191385

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 flúidas de grados diferentes de actividad flúida correspondiendo a las zonas A, B y C de la figura 3. La actividad de la capa flúida en la extremidad inferior del recipiente mayor la corresponde a la zona D de la figura 3, aunque puede caracterizarse por una agitación algo menos flúida 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 flúidas 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 flúida mantenida en la parte inferior de la cámara grande superior 11a se caracteriza ventajosamente por, en esencia, los mismos grados de actividad que la zona D y se ha identificado, por tanto, en la



191385

figura 4, como zona "D". Se verá que disponiendo una pluralidad de recipientes superpuestos de dimensiones diferentes, según se representa por los recipientes 1 y 2 en la figura 4, la cantidad de gas introducida en la carga de partículas de material sólido no está limitada a la que puede usarse de modo efectivo en un solo recipiente. Por consiguiente, pueden reunirse dos o más recipientes de superficie de sección transversal progresivamente mayor y operarse de acuerdo con el invento para realizar el contacto de cualquier material sólido finamente dividido con un gas para satisfacer 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 contra la parte superior de la capa fluida superior en la zona D introduciendo el gas a través de una lanza 13 provista de válvula que lo expulsa hacia dentro del gran recipiente superior 11. En los procesos de contacto de sólido con gas que suponen interacción química, esta alimentación superior de gas proporciona un reactivo gaseoso adicional en una zona que normalmente está empobrecida en reactivo gaseoso disponible y con ello facilita la iniciación de la reacción entre el gas y la carga entrante de partículas del componente sólido. La circulación que reina en la capa fluida 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 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



1 91385

algún acondicionamiento deseado de la carga antes de su tratamiento en la columna flúida dentro del recipiente principal 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 entre sí y con la masa de partículas cargadas del sólido mantenida en estado flúido 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, indica el contacto íntimo creado entre el sólido y el gas. Cada partícula dentro de la columna flúida está por completo rodeada en una atmósfera del gas que está constantemente en movimiento. El mantenimiento de una pluralidad de capas flúidas de grados de densidad y agitación controlablemente diferentes en forma de una columna flúida, hace posible una flexibilidad y eficiencia de operación continua de que no se disponía en la técnica anterior.

Nuestro invento es aplicable a una gran variedad de operaciones de contacto de sólido y gas en las cuales la introducción del gas en la masa de partículas del sólido tiene como finalidad efectuar solo agitación de las partículas sólidas, efectuar una transferencia de calor entre el sólido y el gas, efectuar una reacción entre el sólido y el gas, o de favorecer una reacción entre dos componentes del



191385

gas fluidificante, cuando el sólido funciona como catalizador. El sólido puede ser una sola sustancia o una mezcla de sustancias, dependiendo de las necesidades y de los objetos buscados en el proceso de contacto del sólido con el gas.

5 El gas puede ser un gas único o una mezcla de gases, dependiendo análogamente de las necesidades y objetos buscados del proceso, como se ha discutido detalladamente en lo que antecede. Se comprenderá, por consiguiente, que las expresiones "sólido" y "gas" según se usan en esta Memoria y en  
10 las reivindicaciones incluyen un único sólido o gas o una pluralidad de sólidos o gases, o ambas cosas. Además, el vocablo "gas" se usa en esta Memoria y en las reivindicaciones para incluir materiales normalmente gaseosos así como los vapores de otros materiales que sean normalmente  
15 líquidos (tales 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 columna fluida de acuerdo con nuestro invento.

20

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 artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.



191385

- O - N O T A - O -

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

5

1º. - En el método de efectuar contacto entre un sólido y un gas, en el cual una masa de partículas separadas del sólido es dilatada al estado de capa fluida por el paso del gas hacia arriba a su través, la mejora que comprende introducir el gas en forma de una pluralidad de porciones separadas en partes verticalmente espaciadas de dicha masa suficientes en cantidad para crear un estado de fluido dilatado en toda la masa y establecer de este modo en dicha masa una pluralidad de capas fluidas superpuestas en comunicación sólida y gaseosa directa entre sí.

10

15

2º. - El método según se reivindica en el punto 1º, en el cual una segunda masa de las partículas del sólido con una superficie de sección transversal mayor que la superficie de sección transversal de la masa mencionada en primer lugar, es mantenida encima de la masa primeramente mencionada y en comunicación directa con ella, siendo dicha segunda masa de partículas mantenida en un estado fluido dilatado por el paso hacia arriba de gas que abandona la extremidad superior de la masa primeramente mencionada.

20

25

3º. - En el método de efectuar contacto entre un sólido y un gas, en el cual una masa de partículas sepa-



E. 1950

1 913 85

radas del sólido es dilatada a estado de capa flúida por el paso del gas hacia arriba a su través, la mejora que comprende introducir el gas en forma de una pluralidad de porciones separadas dentro de partes verticalmente espaciadas de dicha masa, en cantidad suficiente para crear un estado flúido expandido en toda la masa y establecer de este modo en dicha masa una pluralidad de capas flúidas superpuestas en comunicación sólida y gaseosa directa entre sí, siendo tales las cantidades de dichas porciones de gas como para establecer un grado diferente de agitación flúida en cada una de dichas capas flúidas superpuestas.

4<sup>a</sup>. - En el método de efectuar contacto entre un sólido y un gas, en el cual una masa de partículas separadas del sólido es dilatada a estado de capa flúida por el paso del gas hacia arriba a su través, la mejora que comprende introducir el gas en forma de una pluralidad de porciones separadas dentro de partes verticalmente espaciadas de dicha masa en cantidad suficiente para crear un estado flúido expandido en toda la masa y establecer de este modo en dicha masa una pluralidad de capas flúidas superpuestas en comunicación sólida y gaseosa directa entre sí, siendo tales las cantidades de dichas porciones de gas como para establecer un grado de agitación flúida diferente en cada una de dichas capas flúidas superpuestas con el mínimo grado de agitación establecido en la capa flúida más inferior.

5<sup>a</sup>. - El método según se reivindica en el punto 4, en el cual una segunda masa de las partículas del

25 E



191385

sólido que tiene una superficie de sección transversal mayor que la superficie de sección transversal de la masa primeramente mencionada se mantiene encima de la masa primeramente mencionada y en comunicación directa con ella, siendo dicha segunda masa de partículas mantenida en un estado fluido expandido por el flujo ascendente de gas que abandona la extremidad superior de la masa primeramente mencionada.

6º. - En el método de efectuar contacto entre un sólido y un gas, en el cual una masa de partículas separadas del sólido es expandida a estado de capa fluida por el paso del gas hacia arriba a su través, la mejora que comprende mantener una pluralidad de capas fluidas superpuestas del sólido en comunicación directa entre sí en forma de una columna fluida, introduciendo dentro de porciones verticalmente espaciadas de la masa de partículas una pluralidad de porciones del gas suficientes en cantidad para mantener una pluralidad de zonas de estado fluido expandido a través de toda la masa.

7º. - En el método de efectuar contacto entre un sólido y un gas, en el cual una masa de partículas separadas del sólido es expandida a condiciones de capa fluida por el paso del gas hacia arriba a su través, la mejora que comprende mantener una pluralidad de capas fluidas superpuestas del sólido en comunicación directa entre sí en forma de una columna fluida introduciendo en porciones verticalmente espaciadas de la masa de partículas una pluralidad de porciones del gas, suficiente cada

25



30

191385

una en cantidad para mantener una pluralidad de zonas de estado fluido expandido en toda la masa, mantener encima de dicha masa en comunicaci3n directa con ella una segunda masa de las part3culas con una superficie de secci3n transversal mayor que la superficie de secci3n transversal de la masa primeramente mencionada y fluidificada por el paso ascendente de gas que abandona la extremidad superior de la masa mencionada primeramente, e introducir hacia abajo contra la superficie superior de dicha segunda masa una cantidad adicional de gas.

8<sup>a</sup>. - En el m3todo de efectuar contacto entre un s3lido y un gas, en el cual una masa de part3culas separadas del s3lido es expandido a estado de capa fluida por el paso del gas hacia arriba a su trav3s, la mejora que comprende mantener la masa de part3culas en forma de una columna fluida por 1) la introducci3n en la parte inferior de la masa de una cantidad del gas suficiente para soportar la masa de part3culas en dicha porci3n inferior en estado fluido expandido con una densidad aparente de aproximadamente 75-90% de la densidad a granel de la masa de part3culas, y 2) la introducci3n en una parte intermedia de la masa de una cantidad adicional de gas en cantidad suficiente para soportar la masa de part3culas encima de la masa mencionada en estado fluido expandido con una densidad aparente de aproximadamente 55-75% de la densidad a granel de la masa de part3culas.

9<sup>a</sup>. - En el m3todo de efectuar contacto entre un s3lido y un gas, en el cual una masa de part3culas separadas del s3lido es expandida a condiciones de capa fluida



1950

191385

por el paso del gas hacia arriba a su través, la mejora que comprende mantener la masa de partículas en forma de una columna fluida por 1) la introducción en la parte inferior de la masa de una cantidad del gas suficiente para soportar la masa de partículas en dicha parte inferior en estado fluido expandido con una densidad aparente de aproximadamente 75-90% de la densidad a granel de la masa de partículas, 2) la introducción de una segunda cantidad del gas en la masa de partículas a una distancia sustancial por encima de dicha primera porción y en cantidad suficiente para mantener la masa de partículas encima de ella en un estado fluido expandido con una densidad aparente de aproximadamente 55-75% de la densidad a granel de la masa de partículas, y 3) la introducción de una tercera cantidad del gas en la masa de partículas a una distancia sustancial encima de dicha segunda cantidad y en magnitud suficiente para mantener la masa de partículas de encima en un estado fluido expandido con una densidad aparente de aproximadamente 50-60% de la densidad a granel de la masa de partículas.

10  
15  
20  
25

10°. - El método según se reivindica en el punto 9, en el cual una segunda masa de las partículas de sólido con una superficie de sección transversal mayor que la superficie de sección transversal de la masa primeramente mencionada, es mantenida encima de la masa primeramente mencionada y en comunicación directa con ella, siendo dicha segunda masa de partículas mantenida en un estado fluido expandido por el flujo ascendente de gas que abandona la extremidad superior de la primera masa mencionada.



191385

119. - Un método para efectuar contacto en  
capa fluida.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que  
antecede, representado en el dibujo que se acompaña y con  
5 los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de treinta y dos hojas  
escritas por una sola cara.

Madrid, 25 ENE. 1950

P.A.

Alberto de Elzaburu  
Por Poder

25E



191385

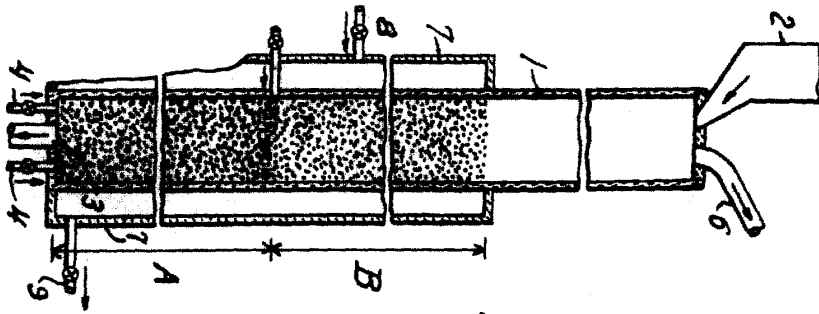


Fig. 1.

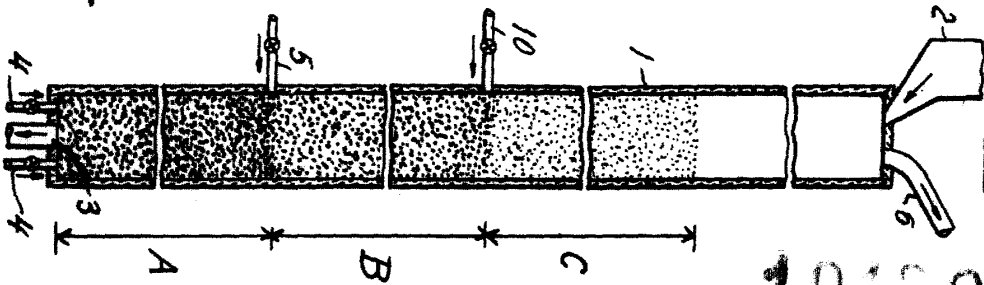


Fig. 2.

191385

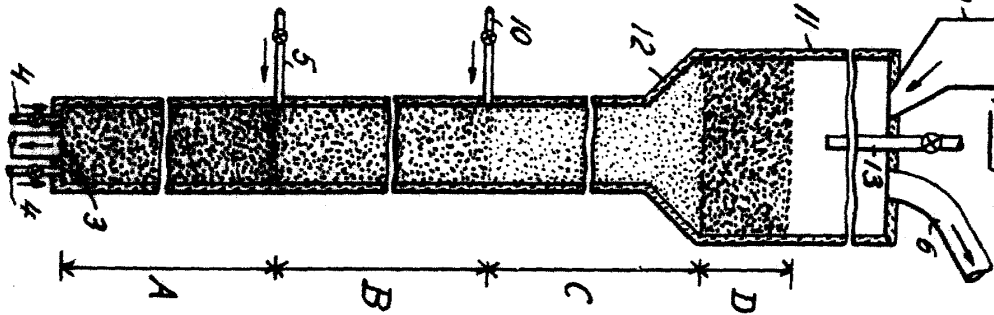


Fig. 3.

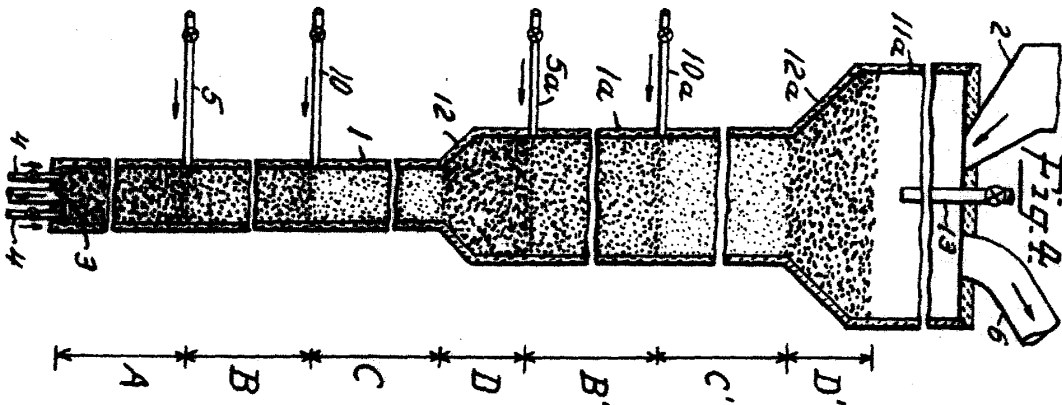


Fig. 4.

P. A. Alberto de Elzeburu  
Por Poder