

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 599 009**

51 Int. Cl.:

**B01J 19/18** (2006.01)

**B01F 5/04** (2006.01)

**B01F 3/04** (2006.01)

**B01J 19/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.11.2009 PCT/FI2009/050911**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.06.2010 WO10061054**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2009 E 09828696 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 2361145**

54 Título: **Un reactor de depósito agitado presurizado abierto y un método para mezclar gas y lechada entre sí**

30 Prioridad:

**25.11.2008 FI 20080633**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**31.01.2017**

73 Titular/es:

**OUTOTEC OYJ (100.0%)  
Rauhanpuisto 9  
02230 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**HULTHOLM, STIG-ERIK;  
LILJA, LAUNO;  
NYMAN, BROR;  
PEKKALA, PERTTI;  
RUONALA, MIKKO;  
TIIHONEN, JARI y  
VAARNO, JUSSI**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 599 009 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Un reactor de depósito agitado presurizado abierto y un método para mezclar gas y lechada entre sí

### Campo de la invención

5 La invención se refiere a un aparato para realizar procesos hidrometalúrgicos en condiciones presurizadas. El aparato consiste en un reactor vertical alto y un reactor horizontal presurizado localizado debajo de éste. El reactor vertical por su parte comprende dos tubos anidados de tipo Venturi, de tal modo que la parte superior del tubo interior está provista de un mezclador de corriente descendente y de elementos que intensifican la absorción del gas en la lechada. La lechada se alimenta al tubo interior para que fluya hacia abajo y el gas de reacción se alimenta por la parte superior del tubo interior en al menos un punto. El reactor vertical se conecta en su sección inferior a un reactor horizontal de tipo autoclave, el cual está provisto de mezcladores radiales eficaces para mantener la suspensión de lechada en movimiento y lograr un flujo ascendente para transportar la suspensión de lechada al interior del tubo exterior del reactor vertical. En el método según la invención, la duración del tiempo de contacto que tiene lugar bajo presión entre el gas y la lechada se extiende por medio del reactor horizontal.

### Antecedentes de la invención

15 Se describe un aparato en la patente de EE.UU. 4.648.973, en la cual se alimenta gas que contiene oxígeno a un reactor presurizado abierto, conocido como reactor contador de burbujas, principalmente a su sección superior, donde éste se dispersa en una suspensión de sólidos y disolución por medio de tubos Venturi. El reactor vertical comprende dos tubos anidados, por los cuales fluye la suspensión de lechada hacia abajo en el tubo interior al fondo del reactor y desde allí hacia arriba por el tubo exterior anular que rodea el tubo interior. El reactor vertical funciona bien siempre y cuando esté en funcionamiento, pero el problema con el reactor es la dificultad de volver a poner la suspensión de lechada en movimiento después de una interrupción, puesto que durante una pausa los sólidos se asientan en el fondo del reactor y forman un lecho inamovible. Se han realizado esfuerzos para resolver este problema, por ejemplo, haciendo muescas en forma de cuña en el extremo inferior de tubo interior, de tal modo que poner en movimiento la disolución por encima del lecho sea más fácil. También, es posible iniciar el movimiento mediante bombeo por pulsación. Asimismo, alimentar el gas por debajo del lecho de sólidos sedimentados pone la suspensión en movimiento de forma suficiente para que el flujo en el reactor se ponga en marcha. Sin embargo, los medios presentados son a menudo insuficientes y, en particular, si el contenido en sólidos de la lechada o la densidad de los sólidos es alta, el reactor tiene que ser vaciado antes de ponerlo en marcha de nuevo.

Los reactores autoclave horizontales son de por sí conocidos y están cerrados con el fin de mantener la presión.

### Objeto de la invención

30 El reactor vertical descrito en la técnica anterior, en otras palabras, un autoclave abierto, funciona perfectamente en condiciones normales, pero como se dijo antes, la puesta en marcha tras una interrupción suele producir dificultades insuperables, en especial si la altura del reactor es, por ejemplo, superior a 30 m.

35 El objeto del aparato según esta invención es eliminar los inconvenientes de un reactor vertical anteriormente presentado, combinando un reactor vertical abierto con un reactor horizontal, el cual es un reactor horizontal de tipo autoclave. El dimensionamiento apropiado del reactor vertical hace posible alcanzar la presión deseada en la sección inferior del reactor y en el reactor horizontal, y la magnitud de la presión en cambio depende del material a tratar y la densidad de la lechada. Cuando un reactor horizontal se dimensiona de tal modo que su volumen corresponde, como mínimo, al volumen de los sólidos en la lechada a mezclar y está provisto de mezcladores radiales eficaces, pueden evitarse las desventajas de un reactor vertical y el aparato actúa como un reactor presurizado, el cual está no obstante abierto en su extremo superior. La ventaja de un reactor horizontal conectado a un reactor vertical, además de lo anterior, es el tiempo de residencia proporcionado por el reactor horizontal para las reacciones entre la lechada y el gas alimentado al aparato. El grado de llenado de lechada en el reactor horizontal en el método y aparato según la invención es del 100%, debido a que el espacio requerido para el gas está en la sección superior del reactor vertical y en este caso la eficacia del reactor horizontal en particular es alta. En un autoclave normal el grado de llenado de lechada es como máximo de aproximadamente 80%, debido a que también se necesita dejar el espacio requerido para el gas.

45 El objeto del aparato y método según la invención, es eliminar los inconvenientes descritos acerca del equipo de la técnica anterior y presentar un aparato sencillo para mezclar más eficazmente el gas de reacción dentro de la lechada, aumentando la intensidad del mezclado y extendiendo las burbujas de gas que se forman dentro de la lechada con el fin de lograr las reacciones deseadas.

### Compendio de la invención

Las características esenciales de la invención serán evidentes en las reivindicaciones anexas.

55 La invención se refiere a un aparato para procesar lechada con un alto contenido en sólidos o sólidos con un alto peso específico y el gas alimentado dentro de ésta. El aparato comprende al menos un reactor vertical abierto, que

5 consiste en dos tubos anidados uno dentro del otro, un tubo interior y un tubo exterior, donde el tubo interior está provisto de un mezclador de corriente descendente y elementos para intensificar la alimentación del gas. Es típico del aparato que tenga un reactor horizontal cilíndrico fijado en la sección inferior del reactor vertical, y que el reactor horizontal esté provisto de mezcladores radiales que fluidifiquen los sólidos y produzcan un flujo circulante desde el reactor horizontal al interior del tubo exterior del reactor vertical.

10 Es típico del aparato que el volumen del reactor horizontal sea de 20 - 80% del volumen total del aparato, y que la altura del reactor vertical sea muchas veces mayor que el diámetro D de su sección central. Preferiblemente, hay una sección de expansión en la parte superior del reactor vertical, en la cual se forma una superficie interior y una exterior sobre el tubo interior de tal modo que el área transversal de la parte anular, entre la superficie exterior del tubo interior y el tubo exterior, es como máximo igual al área transversal de la parte anular entre el tubo interior y el exterior en las otras secciones del reactor vertical. El diámetro del tubo exterior en la sección de expansión es 2 - 20 veces el diámetro D del tubo exterior de la sección central del reactor.

15 Según una realización de la invención, las secciones superiores de las superficies exterior e interior del tubo interior tienen forma cónica. En una realización, una guía en forma de cono dirigida hacia dentro desde el borde del tubo exterior se sitúa por encima de la sección superior del tubo interior. La guía en forma de cono se construye para ascender desde el borde del tubo exterior en un ángulo de 30 - 75° en una distancia que es 0,1 - 0,2 veces el diámetro de la expansión y posteriormente para descender en un ángulo de 15 - 50°.

Según una realización de la invención, el tubo interior del reactor vertical se extiende en su borde inferior dentro del reactor horizontal en una distancia que es 0,1 - 0,14 veces la altura del reactor horizontal.

20 Las cuchillas de los mezcladores del reactor horizontal se sitúan preferiblemente a una altura que es 0,70 - 0,85 veces la altura del reactor horizontal y los mezcladores se hacen girar en direcciones opuestas.

25 En una realización de la invención, un voladizo del borde inferior del tubo exterior del reactor vertical se extiende hacia dentro del reactor horizontal en un ángulo de 100 - 140° hasta el nivel de las cuchillas del mezclador del reactor horizontal. La unión entre el reactor vertical y el reactor horizontal está provista adicionalmente de deflectores, que están unidos a la sección inferior del tubo interior y están dirigidos hacia afuera en una distancia a una relación de 0,2 - 0,3 veces el diámetro del tubo interior. Los deflectores de la unión están situados en el lado opuesto de un voladizo del tubo exterior del reactor vertical y simétricamente en un ángulo de 110 - 130° entre sí. Los deflectores de la unión de los reactores se extienden en elevación desde el borde superior del reactor horizontal hasta la altura de las cuchillas del mezclador.

30 En una realización de la invención, el reactor horizontal está provisto de deflectores situados alrededor de cada mezclador, dirigidos hacia las paredes del reactor horizontal.

35 El aparato según la invención también puede formarse a partir de una combinación de varios reactores verticales y horizontales, por lo cual el número de reactores verticales y de reactores horizontales fijados a los mismos es 2 - 10, conectándose los reactores horizontales entre sí y entre cada uno hay un tabique de separación que posee aberturas para el flujo. Según una alternativa, el tubo interior de un reactor vertical en la combinación se conecta a la sección anular de otro reactor vertical. Una combinación de varios reactores también puede colocarse en forma de U.

40 La invención también se refiere a un método para procesar lechada con un alto contenido en sólidos o sólidos con un alto peso específico y el gas alimentado dentro de ésta en un aparato abierto, donde se forma una alta presión hidrostática en su sección inferior, de tal modo que la lechada y el gas alimentado dentro de ésta se hacen fluir hacia abajo en el tubo interior de al menos un reactor vertical abierto y hacia arriba en el tubo exterior del reactor vertical. Es típico del método que la suspensión de lechada y gas se dirija desde el tubo interior del reactor vertical al reactor horizontal cilíndrico fijado debajo del reactor vertical, para prolongar el tiempo de residencia de las reacciones entre la lechada y el gas, y que la suspensión se hace subir desde el reactor horizontal al tubo exterior del reactor vertical por medio de mezcladores que fluidifican los sólidos y producen un flujo de circulación desde el reactor horizontal al reactor vertical. En este método, el tubo interior está provisto de un mezclador de corriente descendente y elementos para intensificar la alimentación del gas. Los mezcladores en el reactor horizontal son mezcladores radiales.

En el método según la invención, el volumen del reactor horizontal se dimensiona para que corresponda como mínimo con el volumen de sólidos de la lechada tratada en el aparato.

50 Según una realización del método, con el fin de conducir el gas que fluye con la lechada para que entren de nuevo en circulación desde el tubo exterior del reactor vertical al tubo interior, la suspensión de gas y lechada se hace fluir desde el tubo exterior al espacio de expansión de la sección superior y a través de su estructura de canal similar a una garganta al tubo interior. Según una realización, el área transversal de la estructura de canal similar a una garganta disminuye hacia el centro de la sección de expansión y el caudal de la lechada se regula hasta el intervalo de 0,9 - 1,2 m/s.

55 Es típico del método según la invención, que los mezcladores del reactor horizontal produzcan corrientes de suspensión radiales que se arremolinan unas contra otras y que estos flujos que corren unos contra otros sean

atenuados por los deflectores situados en las uniones de los reactores y por medio de un voladizo en la sección inferior del tubo exterior, y que la dirección de la corriente de lechada se desvíe para que fluya hacia arriba dentro del tubo exterior.

- 5 Según una realización de la invención, el procesamiento de la lechada y gas se realiza en una combinación formada por varios reactores verticales y horizontales. En este caso, la transferencia de la suspensión de lechada desde una configuración de reactor vertical y horizontal a otra, tiene lugar a través de reactores horizontales interconectados. Según una alternativa, la suspensión de lechada también puede reciclarse dirigiéndola desde el tubo interior de un reactor vertical a la sección anular de otro reactor vertical.

#### Lista de dibujos

- 10 La Figura 1 es una sección vertical del aparato según la invención,  
 La Figura 2 presenta con más detalle una vista lateral de la sección superior del aparato,  
 La Figura 3 muestra con más detalle una vista lateral de la sección inferior del aparato, y  
 La Figura 4 presenta un aparato, que comprende varios reactores verticales y reactores horizontales interconectados.

#### 15 Descripción detallada de la invención

- Un aparato según la invención, que comprende una combinación de reactor vertical y horizontal, es particularmente ventajoso para procedimientos químicos, en donde una lechada con un alto contenido en sólidos o una lechada en la que los sólidos tienen un alto peso específico, se oxida por medio de un gas que contiene oxígeno y se desea que  
 20 tenga una alta eficacia de oxígeno. Un alto contenido en sólidos en la presente memoria significa que el contenido en sólidos de la lechada es de aproximadamente 40 - 70%. En este caso, a menudo hay dificultades para lograr un contacto eficaz entre el gas y la lechada sin una presión suficientemente alta, tal como, por ejemplo, presión hidrostática, y un tiempo de residencia suficientemente alto. El aparato y el método según la invención, también elimina la dificultad de poner en marcha de nuevo el procedimiento después de una pausa operacional, puesto que el reactor horizontal se dimensiona para que su volumen corresponda como mínimo al volumen de sólidos de la  
 25 lechada procesada en el aparato. Además, el reactor horizontal está provisto de mezcladores eficaces mediante los cuales los sólidos se hacen fluir desde el reactor horizontal al tubo exterior del reactor vertical.

- El aparato y el método según la invención se describen con más detalle por medio de los dibujos anexos. La Figura 1 muestra que el aparato 1 consiste claramente en dos partes, un reactor vertical 2 abierto por la parte superior y un reactor horizontal 3, los cuales están conectados entre sí. Ambos reactores tienen sus propios elementos de  
 30 mezclamiento. En relación al reactor vertical, éste comprende dos tubos anidados, un tubo interior 4 y un tubo exterior 5. La lechada a procesar que está formada por sólidos y líquido, se alimenta mediante un método conocido a la sección superior del tubo interior o a la sección inferior del reactor horizontal.

- La altura del reactor vertical es siempre muchas veces la de su diámetro, cuando el diámetro D se mide desde la sección central del tubo exterior del reactor vertical. El reactor vertical puede construirse a la altura deseada, por  
 35 ejemplo, entre 10 - 80 m y el reactor vertical es el dibujo cortado mostrado. Cuanto más alto es el reactor vertical, más alta es la presión hidrostática de la sección inferior del reactor vertical y del reactor horizontal. Las materias primas que tienen bajo contenido en metal, tales como relaves mineros, pueden procesarse en el reactor de manera económica. En este caso, por ejemplo, cuando se procesan los materiales sulfídicos, las condiciones pueden regularse de tal modo que la temperatura de la lechada en la sección superior del reactor vertical esté casi en el  
 40 punto de ebullición, de tal modo que el equilibrio del agua del procedimiento pueda manipularse por medio de la evaporación. Cuando se usan materiales de sulfuro y oxígeno, el calentamiento puede incluso funcionar de forma autógena.

- Obviamente, la parte superior del tubo exterior en el reactor vertical es mayor que la del tubo interior, de tal modo que la lechada que fluye en el espacio anular entre el tubo exterior y el interior puede desviarse para que fluya de  
 45 nuevo al tubo interior. Un elemento o mezclador 6 se instala en la sección superior del tubo interior 4, proporcionando un flujo descendente lo más fuerte posible a la lechada. Al menos dos mezcladores 7 se instalan en la cubierta del reactor horizontal cilíndrico, los cuales proporcionan un flujo poderoso y al mismo tiempo una energía eficaz de mezclamiento. Puede haber varios mezcladores en el reactor horizontal, dos de los cuales pueden observarse en el dibujo. Los requisitos operacionales de los mezcladores situados más cerca del reactor vertical,  
 50 incluyen de forma adicional que los mezcladores preferiblemente formen un flujo ascendente en la lechada hacia el tubo exterior 5 del reactor vertical. Los mezcladores del reactor horizontal están dimensionados de tal modo, que el poder que estos proporcionan sea suficiente como para poner en movimiento los sólidos que se han sedimentado en el reactor durante una pausa operacional y hace que estos fluyan por los tubos del reactor vertical. Si se ha de alimentar gas adicional al reactor horizontal, los mezcladores también deberían de ser capaces de dispersar dicho  
 55 gas en la lechada.

El reactor vertical en el aparato según la invención, es en principio del tipo descrito en la patente de EE.UU. 4.648.973 y éste se conecta por su sección inferior a un reactor horizontal cilíndrico de tipo autoclave. En su forma más básica, el reactor horizontal es de un único segmento y el reactor vertical está conectado a su sección central. El reactor horizontal está provisto preferiblemente de al menos dos mezcladores dirigidos hacia abajo de su sección de cubierta, y están situados a ambos lados del reactor vertical.

En el caso según las figuras 1 y 2, una sección de expansión 8 se forma en la sección superior del reactor vertical. En la sección de expansión, la parte superior del tubo interior 4 se forma de tal modo que tiene una superficie interior 9 y una superficie exterior 10. La superficie exterior del tubo interior está conformada de tal modo, que el área transversal del espacio anular de los tubos interior y exterior se queda más o menos igual que en la sección central del reactor vertical. Cuando el reactor es operacional, la superficie del líquido 11 en el reactor es mayor que el borde superior del tubo interior. La sección superior 12 de la superficie exterior del tubo interior y la parte superior 13 de la superficie interior, están conformadas preferiblemente como un cono de tal modo que disminuyen la resistencia a la fluidez.

El reactor vertical además puede estar provisto, por encima de la sección superior del tubo interior y de su borde superior 14, de una guía en forma de cono 15 dirigida hacia adentro desde el borde del tubo exterior. Se construye una guía cono para ascender desde el borde del tubo exterior hacia arriba primero en un ángulo de 30 - 75° en una distancia de 0,10 - 0,2 veces el diámetro de la expansión 8 y después descender en un ángulo de 15 - 50°. La parte de la guía cono en el ángulo descendente, se dirige hacia el centro de la expansión y se extiende preferiblemente a la extensión ilustrada de la superficie interior 9 del tubo interior. En este caso, se forma una estructura de canal similar a una garganta dirigida hacia el tubo interior, a través de cuyo canal la suspensión de lechada y gas que ha subido por el tubo exterior se desvía para que fluya de nuevo al tubo interior. La distancia de la guía cono desde el tubo interior, también puede determinarse según el tamaño de una parte del gas de circulación que se desea poner de nuevo en circulación. Cuando la guía cono se conforma y sitúa de tal modo que el área transversal del canal obtenida mediante este medio se reduce de manera uniforme y el caudal de la lechada se regula en el intervalo de 0,9 - 1,2 m/s, es posible poner casi el 100% del gas de vuelta en circulación.

Se pretende usar la guía cono en tales condiciones donde se desea poner de nuevo en circulación el gas, el cual fluye hacia arriba con la lechada en la sección anular 16 circunscribiendo los tubos interior y exterior, es decir, que fluya hacia abajo en el tubo interior 4 del reactor. El gas a mantener en la corriente es, por ejemplo, un gas que contiene oxígeno, que aún no ha tenido tiempo de reaccionar con la suspensión.

Si se desea separar de la corriente, el gas que fluye con la lechada en la sección de expansión, no se utiliza la guía cono. El gas a separar del flujo es por otra parte un gas inerte, por ejemplo, nitrógeno o dióxido de carbono, el cual es retirado de la corriente de lechada en la sección de expansión del reactor (no mostrado con detalle en el dibujo). La estructura de la sección de expansión 8, se forma según el gas a procesar, de tal modo que el diámetro  $d$  del tubo exterior puede ser de aproximadamente 2 - 20 veces el diámetro  $D$  del tubo exterior en la sección central del reactor. Cuanto mayor es la cantidad de gas a retirar de la circulación, mayor es el diámetro de la sección de expansión. La lechada procesada se retira, por ejemplo, de la sección superior del reactor por métodos conocidos como el sobreflujo.

Al menos un punto de estrangulamiento se sitúa en el tubo interior en la sección tubular del reactor vertical, tal como un tubo Venturi 17, y el gas que se alimenta a la lechada se suministra al punto de estrangulamiento o por encima de éste, como se describe en la patente de EE.UU.4.648.973. Cuando el gas se alimenta al reactor vertical, la presión requerida es menor que cuando se alimenta al reactor horizontal. Sin embargo, cuando sea necesario, también puede suministrarse gas extra al reactor horizontal.

En su sección inferior, el reactor vertical 2 se conecta al reactor horizontal 3. El volumen del reactor horizontal se dimensiona de tal modo, que corresponda como mínimo al volumen de los sólidos en la lechada a procesar en el aparato. La Figura 3 ilustra con más detalle la unión de los reactores. El tubo interior 4 del reactor vertical se hace que se extienda hacia el interior del reactor horizontal en una distancia que es 0,10 - 1,14 veces la altura del reactor horizontal. Parte del tubo exterior 5 del reactor vertical se conecta a la sección de cubierta del reactor horizontal, pero una parte del borde inferior, el voladizo 18, preferiblemente en el intervalo de 100 - 140°, se hace que se extienda hacia el interior del reactor horizontal, esencialmente al nivel de las cuchillas 19 de los mezcladores del reactor horizontal 7.

Los mezcladores del reactor horizontal son mezcladores radiales, por lo que su función es fluidificar los sólidos en la lechada y producir la circulación del reactor vertical. Las cuchillas de los mezcladores están situadas a una altura desde el fondo del reactor que es aproximadamente 0,70 - 0,85 veces la altura del reactor. En autoclaves normales, los mezcladores están situados mucho más abajo, debido a que si estuvieran a la altura según esta invención éstos estarían mayormente en el espacio para el gas. En el aparato según la invención, los mezcladores del reactor horizontal se hacen girar en direcciones opuestas y el impacto producido por los flujos arremolinándose de nuevo entre sí causado por los mezcladores, es atenuado por el voladizo 18 orientado hacia abajo antes mencionado y posteriormente por los deflectores 20 situados en las uniones de los reactores. Estos deflectores están unidos a la sección inferior del tubo interior y están dirigidos hacia afuera de éste. Pese a que los deflectores en la unión de los reactores 20 igualan el impacto sobre la corriente de lechada causado por los mezcladores del reactor horizontal 7,

los deflectores y mezcladores están dimensionados y situados de tal modo que juntos aumentan el flujo de circulación desde el reactor horizontal al reactor vertical. La anchura de los deflectores de la unión 20 es preferiblemente de aproximadamente 0,2 – 0,3 veces el diámetro del tubo interior. En términos de elevación, estos deflectores se extienden desde la altura del borde superior 21 del reactor horizontal hasta la altura de las cuchillas de los mezcladores. Los deflectores son dos en número y están situados en el lado opuesto a la sección orientada hacia abajo 18 del tubo exterior y simétricamente en un ángulo de 110 - 130° entre sí.

El modelo de mezcladores usado en el reactor horizontal se elige según la lechada a procesar y pueden ser, por ejemplo, mezcladores de tipo turbina de aspa inclinada, por ejemplo, mezcladores de seis cuchillas, donde el ángulo de la cuchilla está en el intervalo de 28 - 38°, de tal modo que el consumo de energía se produzca de la manera más ventajosa posible. Los mezcladores también pueden ser de tipo hoja, donde las cuchillas de mezclador se perfilan, por ejemplo, de tal modo que el ángulo de la cuchilla y la anchura de la cuchilla disminuyan hacia la punta de la cuchilla. Si se alimenta gas adicional al reactor horizontal, los mezcladores del reactor horizontal no sólo desvían el flujo hacia arriba, sino que también dispersan el gas eficazmente. Un modelo aplicable de mezclador, es el mezclador inferior del aparato mezclador descrito en la patente de EE.UU. 7.070.174, que funciona bien en la fluidificación de sólidos difíciles. El reactor horizontal además está provisto preferiblemente de deflectores 22 situados alrededor de cada mezclador, y el número de éstos por mezclador es 2-3. Los deflectores se dirigen hacia las paredes del reactor horizontal, pero no entre el mezclador y el reactor vertical.

La función de los mezcladores y deflectores del reactor horizontal, como la de la estructura de la unión de los reactores anteriormente descritos, es desviar la suspensión de lechada-gas que sale del tubo interior del reactor vertical para que fluya de nuevo hacia arriba en la sección anular 16 del reactor vertical.

Cuando se procesa un material que requiere, por ejemplo, un largo tiempo de residencia en el aparato según la invención, puede usarse una combinación que consiste en varios reactores verticales y horizontales para procesar la lechada y gas, por lo cual los reactores horizontales están conectados entre sí, por ejemplo, de la manera mostrada en la Figura 4. Se coloca un tabique divisor 23 entre los reactores horizontales, que está no obstante provisto de aberturas para el flujo 24, a través de las cuales se hace fluir la suspensión de lechada desde un reactor horizontal a otro. Sin embargo, el aparato está diseñado de tal modo que la lechada circula por cada reactor vertical antes de ser transferida al siguiente compartimiento. Si el procedimiento requiere circulación interna, por ejemplo, desde una etapa posterior en la dirección del flujo al extremo frontal del procedimiento, es preferible implementar esto dirigiendo la lechada desde el tubo interior de algún reactor vertical en el extremo de cola del aparato a una mayor presión, hasta la sección anular de algún reactor vertical anterior, hasta un punto donde la presión hidrostática sea menor, de tal modo que no se requiera tuberías de bombeo separadas. El aparato multietapa de la Figura 4 está en forma de tren, es decir, todas las etapas son consecutivas, pero para ahorrar espacio también es posible construirlo, por ejemplo, en forma de U. El número de dispositivos de reactor verticales y horizontales en la combinación está típicamente entre 2 y 10.

En situaciones normales, el aparato y el método según la invención, funcionan de tal modo que la lechada formada de sólidos y líquido a procesar se alimenta al tubo interior 2 del reactor vertical o al reactor horizontal 3. El mezclador del tubo interior 6 se fija a tales revoluciones que se logra un índice de aumento en la corriente de lechada en la parte anular 16 entre el tubo exterior e interior, al cual incluso las partículas de sólidos más gruesas de la lechada se elevan. Un gas, tal como oxígeno, se alimenta al tubo Venturi 17, o a la zona próxima a éste, del tubo interior. La suspensión de lechada que se forma, dentro de la cual se mezcla el gas dispersado, se presiona a lo largo del tubo interior hasta la sección inferior del tubo por medio del mezclador del tubo interior. En la sección inferior, la suspensión se descarga en el reactor horizontal y se mezcla con la lechada que está allí. Por medio de los mezcladores y de la estructura de unión del reactor, una cantidad correspondiente de lechada se hace subir desde el reactor horizontal hacia dentro del tubo exterior del reactor y subir en la sección anular hacia la expansión de la sección superior. La dirección de la suspensión en la sección superior del reactor vertical, se desvía gracias al efecto de succión del mezclador del tubo interior para que fluya de nuevo hacia abajo. Como se dijo anteriormente, la sección de expansión está provista de manera ventajosa de una guía en forma de cono 15, por si se desea poner de nuevo en circulación el gas no disuelto en la lechada. Si se desea descargar el gas no disuelto, no se usa una guía en forma de cono y el área transversal de la expansión se dimensiona según la cantidad de gas a purgar.

Cuando el aparato se pone en marcha después de una pausa operacional, es preferible poner en marcha los mezcladores del reactor horizontal primero, de tal modo que la lechada sedimentada pueda ponerse en movimiento. Cuando el mezclador de reactor vertical también se pone en marcha después de esto o de forma simultánea, el reactor se hace funcionar en condiciones operacionales normales. Los mezcladores del reactor horizontal en particular deben ser lo suficientemente eficaces para que incluso ante los mayores requisitos de energía, es decir, cuando el contenido en sólidos de la lechada es alto o los sólidos tienen un alto peso específico, la velocidad punta de las cuchillas de los mezcladores pueda mantenerse en un nivel adecuado. Esto quiere decir, una velocidad punta de (5 - 7 m/s) en la cual el desgaste de las cuchillas es aún insignificante.

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato para procesar una lechada con un alto contenido en sólidos o con sólidos of alto peso específico y un gas alimentado al interior de éste, por lo cual el aparato (1) comprende al menos un reactor vertical abierto (2), que consiste en dos tubos instalados de manera anidada, un tubo interior y un tubo exterior (4,5), en el que el tubo interior está provisto de un mezclador de corriente descendente y elementos (17) para intensificar la alimentación del gas, caracterizado porque fijado a la sección inferior del reactor vertical está un reactor horizontal cilíndrico (3), el cual está provisto de mezcladores radiales (7) que fluidifican los sólidos y producen un flujo de circulación desde el reactor horizontal al tubo exterior (5) del reactor vertical.
2. Un aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque el volumen del reactor horizontal (3) es 20 - 80% del volumen de todo el aparato (1).
3. Un aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque la altura del reactor vertical (2) es mucha veces superior al diámetro D de su sección central.
4. Un aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque una superficie exterior (10) y una superficie interior (9) se forman sobre el tubo interior en una sección de expansión (8) de la parte superior del reactor vertical, por lo cual el área transversal de la sección anular entre la superficie exterior del tubo interior y el tubo exterior es como máximo igual al área transversal de la sección anular entre el tubo interior (4) y el tubo exterior (5) en las otras partes del reactor vertical.
5. Un aparato según las reivindicación 4, caracterizado porque el diámetro del tubo exterior en la sección de expansión (8) de la parte superior del reactor vertical es 2 - 20 veces el diámetro D del tubo exterior (5) en la sección central del reactor.
6. Un aparato según las reivindicaciones 1 y 4, caracterizado porque las secciones superiores (12,13) de las superficies exteriores e interiores del tubo interior están realizadas de forma cónica.
7. Un aparato según las reivindicaciones 1 y 4, caracterizado porque una guía cono (15) dirigida hacia adentro desde el borde del tubo exterior (5) está situada por encima de la sección superior (12, 13) del tubo interior.
8. Un aparato según la reivindicación 7, caracterizado porque la guía cono (15) se construye para ascender desde el borde del tubo exterior en un ángulo de 30 - 75° hasta una distancia que es 0,1 - 0,2 veces el diámetro de la expansión (8) y posteriormente para descender en un ángulo de 15 - 50°.
9. Un aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque el tubo interior (4) del reactor vertical se extiende en su borde inferior hacia el interior del reactor horizontal (3) hasta una distancia que es 0,1 - 0,14 veces la altura del reactor horizontal.
10. Un aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque las cuchillas de los mezcladores (19) del reactor horizontal están situadas a una altura que es 0,70 - 0,85 veces la altura del reactor horizontal.
11. Un aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque los mezcladores del reactor horizontal se hacen girar en direcciones opuestas.
12. Un aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque un voladizo (18) del borde inferior del tubo exterior del reactor vertical (5) se extiende al interior del reactor horizontal (3) en un intervalo de 100 - 140° hasta el nivel de las cuchillas (19) de los mezcladores del reactor horizontal (7).
13. Un aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque la unión del reactor vertical y horizontal está provista de deflectores (20), que están fijados a la sección inferior del tubo interior y están dirigidos hacia afuera de allí, en una distancia que está en el intervalo de 0,2 - 0,3 veces el diámetro del tubo interior (4).
14. Un aparato según las reivindicaciones 1 y 12, caracterizado porque los deflectores (20) de la unión de los reactores vertical y horizontal están situados en el lado opuesto de un voladizo (18) del tubo exterior del reactor vertical y simétricamente en un ángulo de 110 - 130° entre sí.
15. Un aparato según la reivindicación 13, caracterizado porque los deflectores (20) de la unión del reactor se extienden en términos de elevación, desde el borde superior (21) del reactor horizontal hasta la altura de las cuchillas del mezclador (19).
16. Un aparato según reivindicación 1, caracterizado porque el reactor horizontal (3) está provisto de deflectores (22) situados alrededor de cada mezclador (7), y están dirigidos hacia las paredes del reactor horizontal.
17. Un aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque el aparato consiste en una combinación de varios reactores verticales y horizontales, por lo cual el número de reactores verticales y de horizontales unidos a éstos es de 2 - 10, los reactores horizontales están conectados entre sí y un tabique de separación (23) provisto de aberturas para el flujo (24) se sitúa entre cada uno de éstos.

18. Un aparato según la reivindicación 17, caracterizado porque en la combinación el tubo interior (4) de un reactor vertical se conecta a la sección anular (16) de otro reactor vertical.
19. Un aparato según la reivindicación 17, caracterizado porque la combinación de múltiples reactores tiene una disposición en forma de U.
- 5 20. Un método para procesar una lechada con un alto contenido en sólidos o sólidos con un alto peso específico y un gas alimentado al interior de ésta en un aparato abierto (1), en la sección inferior del cual se forma una alta presión hidrostática, por lo cual la lechada y el gas alimentado dentro de ésta se hacen fluir hacia abajo en el tubo interior (4) de al menos un reactor vertical abierto (2), estando provisto el tubo interior (4) del reactor vertical de un mezclador y elementos de corriente descendente (17) para intensificar la alimentación del gas, y para que suba en el tubo exterior (5) del reactor vertical, caracterizado porque la suspensión de lechada y gas se dirige desde el tubo interior (4) del reactor vertical a un reactor horizontal cilíndrico (3) el cual está provisto de mezcladores radiales (7) unidos debajo del reactor vertical con el fin de alargar el tiempo de residencia de las reacciones entre la lechada y el gas, y desde el reactor horizontal, la suspensión se hace subir dentro el tubo exterior (5) del reactor vertical por medio de mezcladores radiales (7) que fluidifican los sólidos y producen un flujo de circulación desde el reactor horizontal al reactor vertical.
- 10
- 15
21. Un método según la reivindicación 20, caracterizado porque el volumen del reactor horizontal (3) se dimensiona para que corresponda como mínimo al volumen de sólidos en la lechada a procesar en el aparato.
22. Un método según la reivindicación 20, caracterizado porque con el fin de poner el flujo de gas con la lechada de nuevo en circulación desde el tubo exterior (5) del reactor vertical al tubo interior (4), la suspensión de gas y lechada se hace fluir desde el tubo exterior (5) hasta dentro de un espacio de expansión (8) de la sección superior y a través de su estructura de canal similar a una garganta hasta dentro del tubo interior (4).
- 20
23. Un método según la reivindicación 22, caracterizado porque el área transversal de la estructura de canal similar a una garganta se hace más pequeña hacia el centro de la sección de expansión (8) y el caudal de la lechada es regulado en el intervalo de 0,9 – 1,2 m/s.
- 25
24. Un método según la reivindicación 20, caracterizado porque las cuchillas (7) del reactor horizontal (3) logran flujos de lechada radiales que corren unos contra otros.
25. Un método según las reivindicaciones 20 y 24, caracterizado porque los flujos que corren unos contra otros se atenúan por medio de deflectores (20) situados en la unión de los reactores y un voladizo (18) de la sección inferior del tubo exterior y la dirección del flujo de lechada se desvía para que suba hasta dentro del tubo exterior (3).
- 30
26. Un método según la reivindicación 20, caracterizado porque el procesamiento de la lechada y gas se realiza en una combinación de varios reactores verticales y horizontales.
27. Un método según la reivindicación 26, caracterizado porque la transferencia de la suspensión de lechada desde un dispositivo de reactor vertical y horizontal a otro, tiene lugar a través de reactores horizontales interconectados.
- 35
28. Un método según la reivindicación 26, caracterizado porque la suspensión de lechada se recicla dirigiéndola desde el tubo interior (4) de un reactor vertical hasta la sección anular (16) de otro reactor vertical.

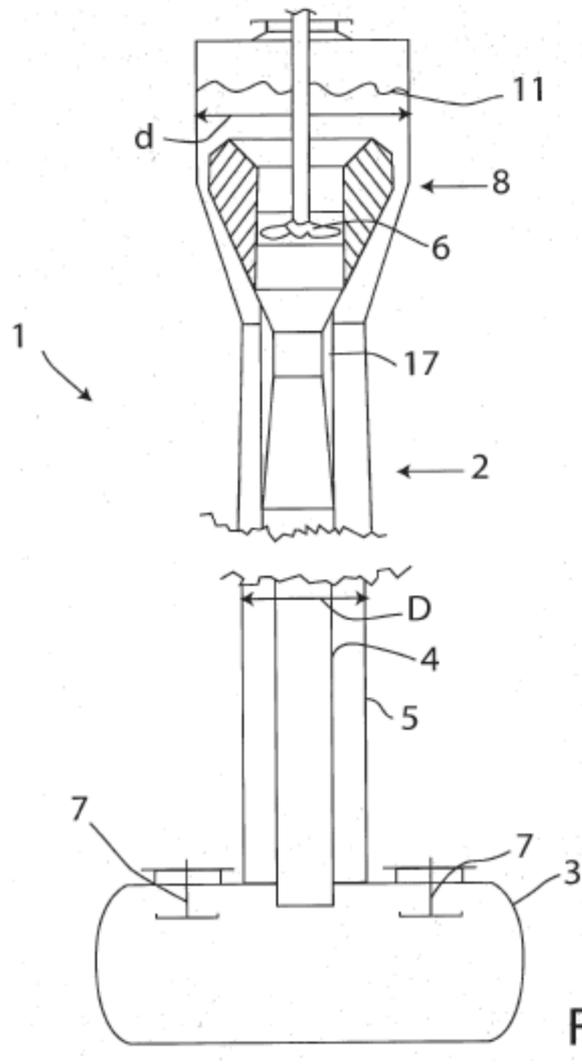


Fig. 1

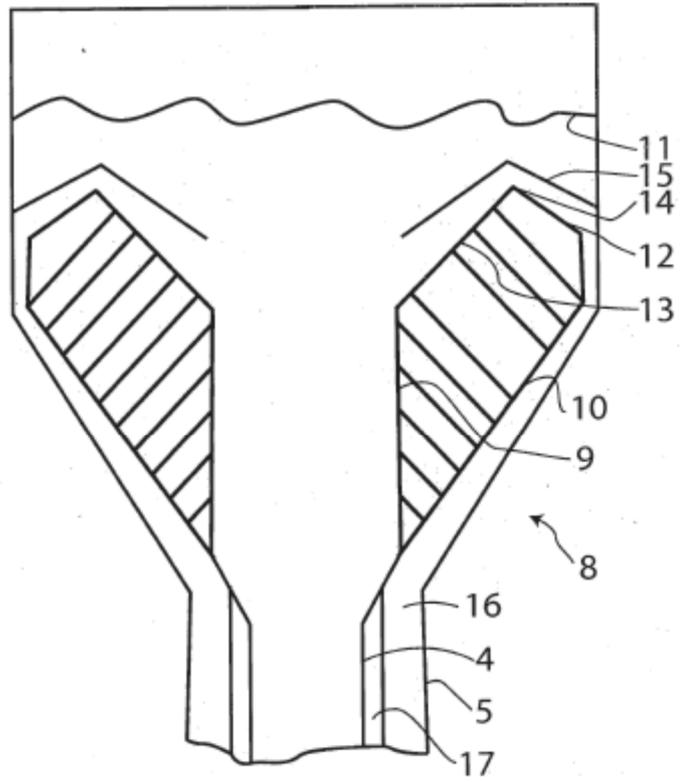


Fig. 2

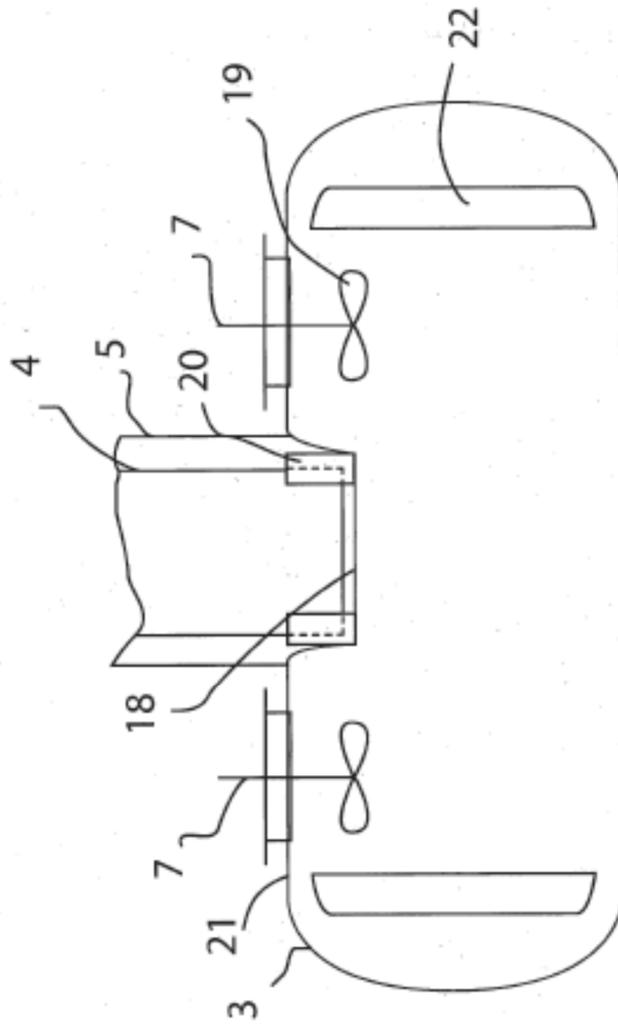


Fig. 3

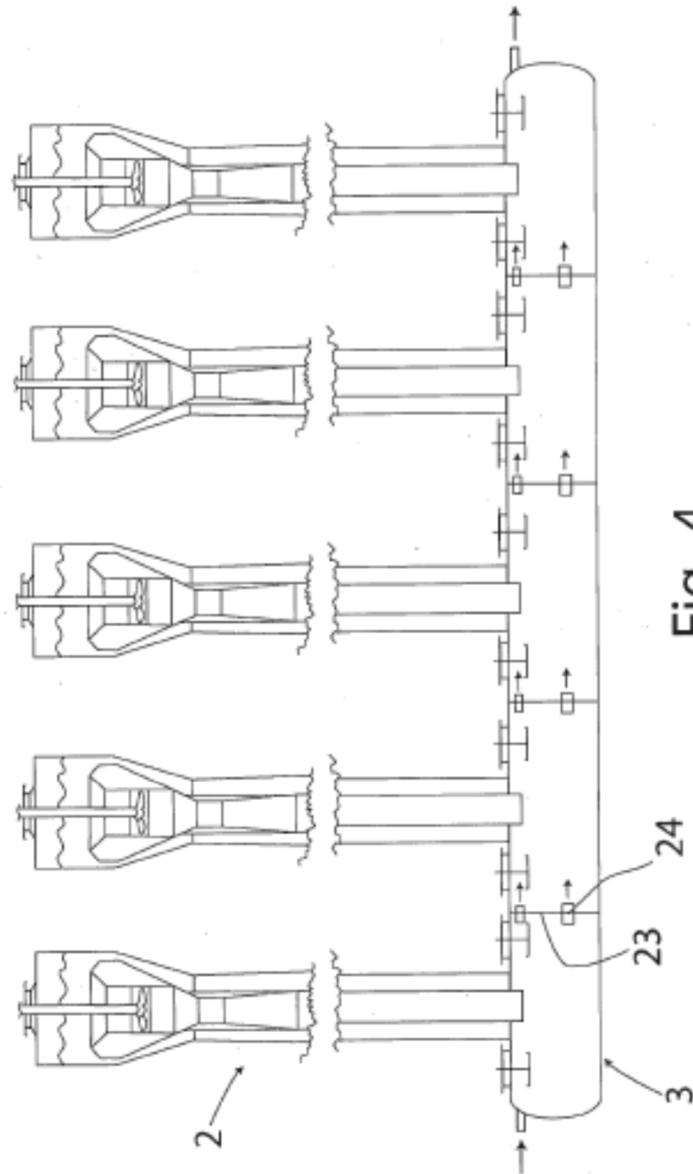


Fig. 4