

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 601 361**

51 Int. Cl.:

B01F 3/04 (2006.01)

B01J 19/18 (2006.01)

B01F 7/18 (2006.01)

B01F 7/00 (2006.01)

B01J 8/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.10.2009 PCT/FI2009/050785**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.04.2010 WO10043762**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.10.2009 E 09820310 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 2344272**

54 Título: **Mezcladora y método para mezclar un gas y una solución**

30 Prioridad:

17.10.2008 FI 20080579

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

14.02.2017

73 Titular/es:

OUTOTEC OYJ (100.0%)

Rauhalanpuisto 9

02230 Espoo, FI

72 Inventor/es:

NYMAN, BROR;

LILJA, LAUNO;

HULTHOLM, STIG-ERIK y

GRAU, RODRIGO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 601 361 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

Mezcladora y método para mezclar un gas y una solución

Campo de la invención

5 La invención se refiere a una mezcladora que proporciona una potente capacidad de bombeo. La mezcladora está destinada a estados en los que la solución o lechada que se ha de procesar es difícil de tratar y a la cual es llevado el gas con la intención de dispersarlo uniforme y eficazmente en la solución. El método de mezcladura es especialmente apropiado para un proceso hidrometalúrgico, en el que la finalidad es dispersar el gas en la solución y obtener una mezcla efectiva, tanto a micro- como a macro-nivel.

Antecedentes de la invención

10 La patente US 4.548.765 describe una mezcladora en la que existen paletas situadas por encima y por debajo de una placa circular unida al árbol de la mezcladora y paletas deflectoras situadas en el extremo de brazos exteriores a la placa circular. El centro de gravedad de las paletas está por debajo de la placa circular. La mezcladora está prevista para mezclar gas, líquido y sólidos conjuntamente en una buena dispersión, mediante la cual puedan progresar reacciones químicas de una manera controlada.

15 En contraposición, la patente US 7.070.174 describe un aparato de mezclar que consiste en dos mezcladoras fijadas sobre el árbol de la mezcladora. La mezcladora está prevista para reactores cerrados, por ejemplo autoclaves, por ejemplo autoclaves verticales. La finalidad del aparato de mezclar es dispersar gas en una lechada en la que el gas es alimentado al reactor desde por encima de la superficie de la lechada.

20 En el aparato de acuerdo con la patente US 7.070.174, la mezcladora superior comprende una placa central unida al árbol, paletas interiores unidas a la placa central y paletas exteriores unidas al borde exterior de la placa central. El borde interior de las paletas interiores por encima de la placa central está hecho de manera que se estrecha hacia fuera en la forma de un arco y por debajo de la placa central el borde interior está recto. El borde exterior de la paleta interior es vertical en toda su longitud. Las paletas exteriores están unidas directamente a la placa central en el mismo punto que las paletas interiores. Las paletas exteriores son rectangulares y su ángulo de inclinación con respecto a la placa central es de 30 - 60 grados. El aparato de mezclar incluye también una mezcladora inferior que consiste en una placa central redonda y paletas unidas a su borde exterior. El borde exterior de las paletas y el borde interior por encima de la placa central son verticales, pero la parte del borde interior por debajo de la placa central se estrecha hacia fuera en la forma de un arco. La finalidad de las paletas superiores de la mezcladora es realizar un vórtice que aspire el gas desde la superficie del líquido y dispersar el gas en burbujas pequeñas. Puesto que la mezcladora superior no es capaz de conseguir una mezcladura efectiva de la lechada además de la dispersión, el aparato de mezclar está provisto de una mezcladora inferior con la finalidad de obtener una buena mezcladura de la propia lechada y además dispersar las burbujas de gas en burbujas menores y mezclarlas en la lechada. La mezcladora inferior absorbe considerablemente más potencia que la mezcladora superior. El aparato de mezclar está previsto siempre para comprender al menos dos de las mezcladoras descritas anteriormente.

Finalidad de la invención

35 Las mezcladoras descritas anteriormente son prácticas para muchas finalidades, pero sin embargo han demostrado ser insuficientes en condiciones en las que la mezcladura en el micro- y macro-nivel, así como la dispersión de gas en una solución o lechada, es una condición vital para el éxito de muchos procedimientos, y en los que se desea evitar, por ejemplo, la formación de co-productos dañinos y el desgaste del aparato.

Compendio de la invención

40 Las características esenciales de la mezcladora y el método de acuerdo con la invención resultarán evidentes en las reivindicaciones adjuntas.

45 La invención se refiere a una mezcladora que proporciona una potente capacidad de bombeo para mezclar una solución o lechada y gas, por lo que la mezcladora comprende una placa circular unida simétricamente al extremo inferior del árbol, paletas mezcladoras interiores verticales, unidas radialmente al borde exterior de la placa por encima y por debajo de ella y paletas exteriores unidas a la placa circular por medio de un brazo. Es típico de la mezcladora que las paletas estén situadas simétricamente en términos de elevación en cualquier lado de la placa circular.

También es típico de la mezcladora que el número de paletas, tanto interiores como exteriores, sea de 5 - 8.

50 En la mezcladora de acuerdo con la invención, el borde interior de la paleta interior, que incluye tanto las partes por encima como por debajo de la placa circular, está hecho curvado en la dirección del árbol de la mezcladora de manera que los bordes superior e inferior de la paleta son horizontales desde el borde exterior en una distancia que es 35-50% de la anchura total de la paleta. El borde interior curvado de la paleta interior tiene preferiblemente forma similar a una parábola. La altura de de las paletas interiores es del orden de 38 - 46% y la anchura de 14 - 20% del

diámetro total de la mezcladora. El borde exterior de la paleta interior es vertical y se extiende preferiblemente más allá de la placa circular en una distancia que es del orden de 0,5 - 2% del diámetro de la mezcladora.

5 Las paletas exteriores de la mezcladora de acuerdo con la invención forman un ángulo de 50 – 70°, preferiblemente de 60°, con respecto al plano formado por la placa circular. Las paletas exteriores son de forma rectangular y su altura está en el intervalo de 3 – 3,5 veces su anchura.

En una realización de la invención, las paletas interiores y exteriores se enfrentan entre sí, es decir, el brazo que une la paleta exterior a la placa circular está unido a la placa circular en el mismo punto que la paleta interior.

10 En otra realización de la invención, las paletas interiores y exteriores están unidas a la placa circular, desplazadas entre sí. Las paletas interiores y exteriores pueden estar desplazadas en 0 - 36° entre sí. De acuerdo con una alternativa, se puede ajustar el desplazamiento entre las paletas interiores y exteriores.

El típico de una mezcladora de acuerdo con la invención que la longitud de los brazos que unen las paletas exteriores a la placa circular sea aproximadamente 3-4% del diámetro total de la mezcladora.

La mezcladora de acuerdo con la invención es apropiada para utilizar tanto en condiciones atmosféricas como en condiciones presurizadas, es decir en un autoclave.

15 La invención se refiere también a un método de alimentación de gas a una solución o lechada, particularmente en procedimientos hidrometalúrgicos. La dispersión efectiva de gas en la solución y una buena mezcladura en micro- y macro-nivel se consigue por medio de una mezcladora situada en un reactor agitado, mediante la cual la dispersión y mezcladura en micro-nivel de gas ocurre por medio de las paletas mezcladoras interiores y la mezcladura de macro-nivel por medio de las paletas mezcladoras exteriores, dando lugar su efecto combinado a un flujo que asciende por las paredes del reactor agitado y que vuelven hacia abajo cerca de la superficie del líquido hacia la mezcladora.

20

La mezcladora utilizada en este método es una mezcladora como se ha definido previamente.

25 Es típico del método que el gas sea mezclado en la solución en un reactor, en el que la relación de la altura de llenado al diámetro sea 0,8 – 1,4. La mezcladura del gas en la solución ocurre con una mezcladora que tiene un factor de potencia N_p en la región de 4 – 10.

El método de acuerdo con la invención es particularmente apropiado para una solución que sea una solución que contenga cromo (VI) y en la que el gas a alimentar sea dióxido de azufre. De acuerdo con una alternativa, la solución es una solución a base de ácido nítrico que contiene cromo (VI). De acuerdo con otra alternativa, la solución es una solución a base de ácido sulfúrico que contiene croma (VI).

30 El método de acuerdo con la invención es también apropiado cuando la solución a tratar contiene al menos uno de los metales cinc, níquel o cobalto y el gas a alimentar es un gas que contiene dióxido de azufre y oxígeno.

Lista de dibujos

La figura 1 presenta una mezcladora de acuerdo con la invención, vista desde el costado,

35 La figura 2 presenta una mezcladora de acuerdo con la invención, vista desde arriba, de acuerdo con una de las posiciones alternativas de las paletas,

La figura 3 presenta una mezcladora vista desde arriba, de acuerdo con otra de las posiciones alternativas de las paletas,

La figura 4 es una sección vertical de mezcladoras de la técnica anterior, de los tipos descritos en el ejemplo y una mezcladora de acuerdo con la invención,

40 La figura 5 muestra la distribución de potencia en las mezcladoras de acuerdo con la figura 4,

La figura 6 muestra un diagrama de flujo típico del método de mezcladura como una sección vertical, y

La figura 7 muestra una sección vertical de un diagrama de flujo típico del método de mezcladura en un autoclave parcialmente aspirado.

Descripción detallada de la invención

45 La mezcladora de acuerdo con la invención es muy apropiada, por ejemplo, como una mezcladora en un proceso de oxidación o reducción de gas/solución en hidrometalurgia, en el que se requiere mezcladura efectiva en micro- y macro-nivel con el fin de que el proceso de mezcladura tenga éxito, por ejemplo, para vitar reacciones secundarias dañinas.

Es típico de la mezcladora 1 de acuerdo con la invención que la mezcladora suspendida del árbol 2 comprenda una placa circular 3 unida simétricamente al extremo inferior del árbol, paletas mezcladoras interiores 4 fijadas radialmente tanto al lado superior como al inferior de la placa, y paletas exteriores 6 unidas a la placa circular por medio de un bazo 5. Con el fin de que la mezcla del material que está siendo tratado resulte suficientemente efectiva, cuando la velocidad punta de las paletas exteriores está en la región de 5 – 7 m/s, han sido hechos algunos cambios significativos en la mezcladora de acuerdo con la invención, en comparación con las mezcladoras de la técnica anterior. La velocidad punta en cuestión corresponde principalmente a la velocidad crítica a partir de la cual el desgaste del mecanismo de mezcla aumenta de manera notable. Una mezcladora de acuerdo con la invención hace posible, por ejemplo, que la mezcla efectiva de micro- y macro-nivel en un tamaño de reactor (50 – 500 m³) de plena escala, sea conseguida a un valor de potencia de 1,5 – 5,0 kW/m³, cuando la velocidad punta de la mezcladora está en el valor mencionado anteriormente, y el factor de potencia N_p de la mezcladora asciende en ese caso a entre 4 y 10. Generalmente, se alcanza un factor de potencia de 2,4 – 3,0 con mezcladoras de la técnica anterior.

El número de paletas, tanto interiores como exteriores, en una mezcladora de acuerdo con la invención, es de 5 – 8. El gas es alimentado al reactor desde la sección inferior hacia la placa circular a través de una tubería de alimentación separada. Si es necesario, el árbol de la mezcladora puede hacerse hueco, de manera que la alimentación de gas puede ocurrir a través del mismo por debajo de la placa circular, si se desea. Sin embargo, la estructura de la mezcladora es desarrollada para que sea tal que también pueda aspirar gas desde por encima de la superficie del líquido. La relación del diámetro de la mezcladora al reactor agitado está en la región de 0,35 – 0,40. La mezcladora es particularmente efectiva cuando el reactor en torno a la misma es de la forma de un cilindro vertical y la relación de su altura efectiva (altura de llenado) al diámetro es de 0,8 – 1,4. Los expertos en el sector creen que un reactor debe estar equipado con dos mezcladoras si la relación de altura/diámetro del reactor es de aproximadamente 1, pero en los ensayos realizados se encontró que podía ser conseguido un buen resultado de mezcla con la relación dada anteriormente con una mezcladora de acuerdo con la invención.

Con el fin de aumentar la eficacia de mezcla en ambas secciones, superior e inferior, de la mezcladora, la mezcladora está formada de manera que las paletas están situadas simétricamente con respecto a la placa circular, por lo que una parte igualmente grande de las paletas está por encima y por debajo de la citada placa circular. Para mejorar la eficacia de la mezcla, ahora el borde interior 7 de la paleta interior, que incluye la parte tanto por encima como por debajo de la placa circular, está hecha curvada en la dirección del árbol de la mezcladora, preferiblemente en forma de parábola, pero de tal manera que el borde superior 8 y el borde inferior 9 de la paleta estén horizontales desde el borde exterior hacia dentro en una distancia que es 35-50% de la anchura total de la paleta. El borde exterior 10 de la paleta interior es normalmente vertical y se extiende preferiblemente más allá de la circunferencia de la placa circular en una distancia que es del orden de, por ejemplo, 0 – 2% del diámetro de la mezcladora. Las paletas interiores están montadas perpendiculares a la placa circular y se extienden preferiblemente en la misma distancia por encima y por debajo del plano formado por la placa circular. La altura de las paletas interiores está en la región de 38 – 46% y la anchura en la de 14 – 20% del diámetro total de la mezcladora. Las paletas interiores están particularmente diseñadas para dispersar gas hacia el interior de una lechada, por lo que se pueden llamar también paletas de dispersión.

Se ha encontrado empíricamente que las paletas de dispersión son tan eficaces que hacen posible que sea aspirado gas hacia la lechada también desde por encima de la superficie, ya sea el gas alimentado allí o sea un gas que esté circulando dentro del reactor. Además de actuar como paletas de dispersión, las paletas interiores tienen también la finalidad de conseguir una buena mezcla de micro-nivel. Con frecuencia, incluso aunque el equipo de mezcla consiga buena mezcla de macro-nivel, es decir, que se extienda en todo el reactor, en el micro-nivel la mezcla entre partículas y solución o gas y solución no es eficaz. Se ha encontrado en los ensayos realizados que las paletas de dispersión de acuerdo con la invención hacen posible que se obtenga una mezcla eficaz de micro-nivel.

Los brazos 5 están unidos al borde exterior de la placa circular 3 y, a su vez, las paletas exteriores 6 están fijadas sobre el extremo exterior de los citados brazos. Las paletas exteriores son de forma rectangular y su altura está en la región de 3 – 3,5 veces su anchura. La anchura de la paleta exterior en el punto de la placa circular está en la región de 10 – 20%, preferiblemente 15%, del diámetro total de la mezcladora. Las paletas forman un ángulo de 50 – 70°, preferiblemente 60°, con el plano formado por la placa circular. Las paletas exteriores son también simétricas con respecto a la placa circular, es decir, se extienden esencialmente en la misma distancia por encima y por debajo del plano formado por la placa circular. La longitud de los brazos 5 que unen las paletas exteriores a la placa circular está en la región de 3-4% del diámetro total de la mezcladora. La función de las paletas exteriores consiste en conseguir mezcla de macro-nivel, es decir, hacer que la dispersión de solución-gas mezclada por las paletas interiores circule dentro del reactor de la manera deseada.

En la realización de acuerdo con la figura 2, el número de las paletas interiores y exteriores es en ambas de 6, pero el número puede variar entre 5 y 8, El número depende de principalmente del tamaño del reactor dentro del cual se sitúa la mezcladora. Las paletas de la figura 2 están situadas de manera que las paletas interiores y exteriores se enfrentan entre sí, es decir, el brazo que conecta la placa circular a la paleta exterior está unido exactamente en el mismo punto que la paleta interior.

En la realización de acuerdo con la figura 3 hay también 6 paletas exteriores y 6 interiores, pero ahora las paletas están unidas a la placa circular en un punto diferente unas de otras. Las paletas de la figura 3 están desplazadas entre sí en 30 grados. Es característico de la solución de mezcladora de acuerdo con la invención que las paletas estén desplazadas entre sí en $0 - 36^\circ$, dependiendo del número de paletas y de los requisitos de mezcladura.

5 Cuando las paletas están desplazadas entre sí, se genera el doble de puntos de dispersión alrededor de la mezcladora, dentro del material que se ha de mezclar, en comparación a cuando las paletas se enfrentan entre sí. Cuando una mezcladora de acuerdo con la figura 3 está situada en un reactor que es de tamaño superior a 50 m^3 y dimensionado en la manera descrita anteriormente, la velocidad punta de las paletas interiores se eleva a más de 4 m/s, en otras palabras, claramente dentro de la zona de dispersión. El resultado final obtenido es una dispersión
10 más uniforme de gas en la solución o lechada en el reactor. El desplazamiento es máximo cuando las paletas exteriores están exactamente entre las paletas interiores. Por tanto, el desplazamiento máximo está entre $36 - 22,5^\circ$, dependiendo del número de paletas. Es también característico de la mezcladora de acuerdo con la invención que el desplazamiento entre las paletas pueda ajustarse como sea necesario.

15 En el caso de acuerdo con la figura 3, en el que el número de paletas, tanto interior como exteriores, es de 6, una solución eficaz para la colocación de las paletas interiores y exteriores es que las paletas interiores estén preferiblemente en la región entre 20° delante y 10° detrás de las paletas exteriores en relación con el sentido de rotación de la mezcladora. Cuando la paleta anterior se mueve delante, el gas que procede de debajo de la placa circular se elevará radialmente con las turbulencias de escape procedentes de las paletas interiores y caerá
20 inmediatamente en el dominio de las paletas exteriores siguientes. El gas es dispersado muy uniformemente cuando el desplazamiento es, por ejemplo de 20 grados, con lo que el gas termina en un espacio más amplio por ser dispersado por las paletas exteriores y en ese caso la eficacia de la dispersión se consigue particularmente por el efecto de las partes superiores de la placa circular. Cuando el desplazamiento está en la región de 5 grados, se consigue una dispersión local potente cuando el gas y la lechada son descargados hacia arriba y hacia fuera a través de pequeños espacios de separación formados por las paletas interiores y exteriores.

25 La respectiva situación de las paletas interiores y exteriores tiene un efecto espacialmente poderoso cuando la mezcladora está dimensionada para un reactor con un volumen superior a 100 m^3 . En ese caso, las longitudes absolutas de transferencia del gas son considerables, pero el efecto de la distancia puede reducirse aumentando el número de paletas mezcladoras.

30 Es típico del método de acuerdo con la invención que se forme una pauta de flujo de acuerdo con la figura 6 en el reactor agitado. La pauta de flujo muestra que, por medio de una mezcladora 1 de acuerdo con la invención, se forma un flujo de solución en el reactor 11 que es primeramente dirigido oblicuamente hacia abajo y es desviado por la pared del reactor para fluir parcialmente hacia abajo, circulando de nuevo hacia la mezcladora. La otra parte del flujo es desviada hacia arriba y asciende a lo largo de las paredes del reactor, y es hecha girar en el centro del reactor como consecuencia del efecto de succión de la mezcladora en retorno hacia abajo, hacia la mezcladora. En
35 lugar de los deflectores verticales normalmente situados en la pared del reactor, es preferible utilizar placas verticales 12, fijadas más próximas a la mezcladora, que sean más anchas que los deflectores estándar. Es característico del método que se consigue mezcladura eficaz de una forma controlada, que se extiende a través de todo el reactor, usando solo una mezcladora, con una velocidad punta de las paletas exteriores que esté como máximo en la región de $5 - 7 \text{ m/s}$, debido a que el factor de potencia de la mezcladora de acuerdo con la invención es tanto como 4 -10. La solución que se ha de tratar s alimentada al reactor normalmente desde la sección inferior a través de la unidad de alimentación 13 y retirada de la sección superior del reactor a través de la unidad de evacuación o ventilación 14. El gas es alimentado por debajo de la mezcladora, en la proximidad de la placa circular (no mostrada con detalle en el dibujo). El método de mezclar está previsto particularmente para procedimientos hidrometalúrgicos.

45 La mezcladora y el método de mezcladura de acuerdo con la invención son muy apropiados para una mezcladura que ocurra a la presión reinante, es decir, en condiciones atmosféricas. Sin embargo, la mezcladora puede ser usada también en reactores presurizados como en la figura 7, es decir en un autoclave 15, particularmente cuando el autoclave es un cilindro de modelo horizontal, el cual está dividido en compartimentos. El autoclave de la figura 7 está vista desde el costado y solo son visibles los primeros dos compartimentos 16 y 17. Cada compartimento está
50 equipado con una mezcladora 18 de acuerdo con la invención y preferiblemente con cuatro deflectores 19. Del mismo modo que se vio respecto a la lixiviación atmosférica anterior, es también preferible utilizar en lixiviación de autoclave deflectores que sean más anchos que los deflectores estándar, con los cuales se consigue el mismo tipo de flujo de solución que el descrito en relación con la figura 6, es decir, una circulación poderosa desde abajo hacia arriba por las paredes de cada compartimento de autoclave y hacia abajo en el centro del compartimento, hacia la mezcladora. El gas a mezclar es alimentado ya sea por debajo de la mezcladora y/o hacia la fase de gas presurizado por encima de la solución o lechada a mezclar. Gracias a la mezcladora eficaz, es también posible aspirar el gas por encima de la superficie de la solución hacia el líquido.

EJEMPLOS

Ejemplo 1

Se comparan entre sí tres mezcladoras, dos de las cuales están de acuerdo con la técnica anterior y la tercera de acuerdo con la invención. La primera es una mezcladora de la técnica anterior, descrita en la patente de US 4.548.765, conocida por la abreviatura gls, la segunda un tipo de mezcladora superior del aparato de mezcla descrito en la patente de US 7.070.174, conocida con la abreviatura glsw. Para facilitar la comparación, las paletas exteriores de la mezcladora glsw están situadas en el extremo del brazo, al igual que en las otras mezcladoras, y no unidas a la placa circular como se describe en la patente. La tercera es una mezcladora de acuerdo con la invención, conocida por la abreviatura blsr. Una sección vertical de las mezcladoras se muestra en la figura 4.

Todas las mezcladoras tienen una característica interesante: su absorción de potencia puede ser cambiada cambiando su posición, es decir la altura, en el reactor. En todas ellas la potencia absorbida aumenta hasta un cierto valor cuando la mezcladora se eleva hacia arriba. Esto es debido al aumento de las turbulencias de flujo. Cuando el flujo choca con el fondo, solo se forma un flujo simple desde el centro hacia abajo y después hacia arriba a lo largo de los lados del reactor. Cuando la mezcladora se eleva, el flujo choca con la pared lateral del reactor, por lo que se forma un doble toroide: la lechada que fluye por la pared del reactor abajo vuelve hacia dentro y se eleva de nuevo por debajo de la mezcladora y se eleva otro flujo de turbulencia a lo largo de la pared y vuelve a la sección central por encima de la mezcladora. Este aumento de turbulencias eleva la absorción de potencia.

La potencia del árbol se calcula de acuerdo con la conocida siguiente ecuación:

$$P_{\text{árbol}} = \psi N_p \rho N^3 D^5, \text{ en la que}$$

$P_{\text{árbol}}$ = potencia [W] del árbol

ψ = factor de corrección de potencia de salida [-], que tiene en cuenta los cambios de situación de la mezcladora, por ejemplo

N_p = factor de potencia (propio de la mezcladora) [-]

ρ = densidad del medio que se ha de mezclar [kg/m^3]

N = número de revoluciones de la mezcladora [1/s]

D = diámetro de la mezcladora [m]

La mezcladora gls es utilizable cuando el gas a dispersar es alimentado por debajo de la mezcladora en el punto central. Gracias a la presión negativa creada detrás de las paletas interiores, el gas se dispersa en la lechada. Las paletas exteriores están en un ángulo de 45 grados y permiten conseguir un flujo dirigido oblicuamente hacia abajo, hacia la pared del reactor, un doble toroide, que eleva la absorción de potencia. Una mezcladora de éxito requiere que la mezcladora esté a una distancia suficiente del fondo y, cuando las partículas sólidas de la lechada a tratar son gruesas, la eficacia de mezcla no es usualmente suficiente, y comienza a formarse en el fondo una masa de sólidos.

La mezcladora glsw está destinada a dispersar gas desde encima de la superficie del líquido, gas que o bien es alimentado allí o está circulando allí durante la mezcla. Por lo demás, la misma característica se aplica a esta mezcladora que a la mezcladora gls.

La mezcladora blsr de acuerdo con la invención ha sido desarrollada particularmente para los siguientes fines:

- Dispersar gas alimentado tanto desde arriba como desde debajo a una lechada,
- Manipular procesos de mezcla química que requieran una gran cantidad de energía (potencia/volumen),
- Mezclar partículas sólidas abrasivas en un líquido, cuando su mezcla requiere gran energía turbulenta,
- Particularmente para procesos en los que la eficacia de mezcla tiene que extenderse precisamente hasta la superficie del líquido.

Las características descritas anteriormente se muestran en la figura 5 y en las tablas siguientes, en las que las distribuciones de potencia están indicadas en diferentes puntos del reactor. En la comparación, a la potencia de la mezcladora blsr de acuerdo con la invención se le adscribe un valor de 100%, y las otras mezcladoras son comparadas con esta. La situación de la mezcladora en el reactor es la misma para todas, como lo son los diámetros de mezcladora. La velocidad punta de la mezcladora, calculada desde el borde exterior de las paletas interiores, es la misma para todas, es decir, 6 m/s.

Dispersión de gas (paletas interiores, micro-mezcladura):

	gls	gls w	blsr
Potencia [kW/m ³]			
Parte superior	8%	12%	17%
Parte inferior	12%	8%	17%
Longitud de borde exterior [m]			
Parte superior	45%	78%	100%
Parte inferior	78%	45%	100%

Energía de mezcladura (paletas exteriores, macro-mezcladura)

Potencia de salida [kW/m ³]	gls	gls w	blsr
Parte superior	15%	22%	33%
Parte inferior	22%	15%	33%

- 5 También está calculado en la figura 5 cuánta potencia de salida es capaz de proporcionar la mezcladora al reactor por encima y por debajo de la mezcladora. La potencia de salida parcial de las mezcladoras de acuerdo con la técnica anterior se compara con la potencia de salida de la mezcladora blsr. El resultado obtenido fue que el factor de potencia N_p de la mezcladora blsr es del orden de 1,7 veces el de las mezcladoras de la técnica anterior. La comparación de potencia de salida entre las mezcladoras se da de nuevo en forma de tabla:

Potencia %	gls	gls w	blsr
Tot	57,3	57,3	100
Mez-Y	15,2	15,2	32,6
Mez-A	22,1	22,1	32,6
Dis-Y	8,3	12,2	17,4
Dis-A	12,2	8,3	17,4

10

Tot = potencia total %

Mez-Y = potencia de mezcladura en el espacio superior de la mezcladora, %

Mez-A = potencia de mezcladura en el espacio inferior de la mezcladora, %

Mez-Y + Mez-A = micro-nivel

- 15 Dis-Y = potencia de dispersión en el espacio superior de la mezcladora, %

Dis-A = potencia de dispersión en el espacio inferior de la mezcladora, %

Dis-Y + Dis-A = macro-nivel

Ejemplo 3

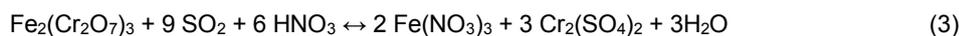
- 20 El ejemplo describe el uso de la mezcladora blsr en la dispersión de un gas y una solución. Un reactor agitado está provisto de deflectores anchos y una mezcladora blsr situada en un plano. El efecto combinado conseguido es la dispersión eficaz del gas y un fuerte flujo de la solución desde los bordes del reactor hacia arriba y desde el centro de nuevo hacia abajo, a la mezcladora. Gracias al potente flujo, la mayor parte de las burbujas de gas que llegan a la superficie son aspiradas de nuevo a la solución y vuelven a la mezcladora, con lo que se obtiene una utilización eficaz del gas.

Una solución generada en el tratamiento desoxidante de acero refinado contiene cromo hexavalente (Cr^{6+}), que tiene que ser reducido a trivalente por medio de gas dióxido de azufre. El proceso de reducción en cuestión es generalmente uno problemático y resulta particularmente difícil cuando el cromo está en una solución basada en ácido nítrico. Con el fin de que tenga éxito la reducción y la dispersión del dióxido de azufre en la solución, la

5 mezcladura tiene que ser muy eficaz, es decir con un factor de potencia entre 4 y 10. Si la mezcladura se debilita, tendrán lugar las siguientes reacciones en la solución; en otras palabras, primera reacción secundaria (1) que conducirá a la reacción adicional (2), formando gas NOX dañino:



10 Cuando la eficacia de mezcladura es suficiente, como en el caso de la invención, se hace que ocurra la reacción deseada:

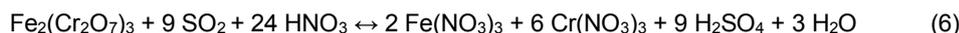


También se hace que la reacción ocurra en la parte superior del reactor y no solo en la proximidad de la mezcladora. Gracias a la potente mezcladura, incluso se hace que reaccione adicionalmente el gas NOX potencialmente

15 generado durante la reducción:



En este caso la reacción total es como sigue:



20 En este caso se requiere mezcladura eficaz debido al gran número de iones implicados en la reacción. Gracias a la potente mezcladura, el desarrollo de NOX puede terminarse de dos modos. En primer lugar, la fuerte mezcladura favorece la reacción principal, en la que el número de iones reactivos es grande, pero no obstante menor que el número en la reacción secundaria. En segundo lugar, la potente mezcladura permite que cualquier posible gas NOX que sea generado reaccione con el cromo hexavalente.

25 El método eficaz de mezcladura descrito anteriormente es también ventajoso en la reducción de cromo(VI) cuando la solución está basada en ácido sulfúrico, porque aquí también es una cuestión de una gran cantidad de iones y reactivos y sin embargo se desea que el nivel de cromo(VI) llegue al intervalo de menos que un microgramo por litro.

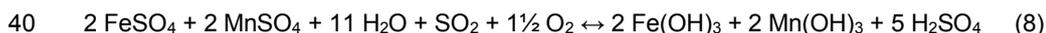
Ejemplo 4

30 Otro proceso hidrometalúrgico que requiere mezcladura eficaz para que tenga éxito, es la oxidación inducida. Un tal proceso es típicamente la eliminación combinada de manganeso y hierro de una solución que contiene al menos uno del siguiente grupo de metales: cinc, cobalto o níquel, en el que son alimentados en la solución dióxido de azufre y un gas que contiene oxígeno. En el método se necesita una eficacia de mezcladura potente para que la reacción (7) que forma ácido sulfúrico no resulte demasiado fuerte:



35 Puesto que la eliminación de manganeso/hierro requiere un ajuste exacto del pH, además de oxígeno se consumen también agentes de neutralización adicionales en esta reacción secundaria perjudicial.

El equipo de mezcladura que permite conseguir una mezcladura potente también en la sección superior del reactor, facilita el aumento de la relación dióxido de azufre / oxígeno en el gas de alimentación, con lo que se obtiene una fuerte inducción en la reacción (8) de precipitación:



Se ha de observar en la reacción (8) que se forma parcialmente hidróxido de manganeso como oxihidróxido. El ácido sulfúrico que se forma es neutralizado con cal viva para mantener, por ejemplo, un cierto valor de pH:



45 Gracias a la mezcladura eficaz, se puede alimentar cal viva a la superficie del líquido del reactor, desde donde la cal viva es dirigida a la zona de mezcladura primaria de la mezcladora. Cuando se alimenta cal viva de este modo, esta reacciona formando partículas sueltas de yeso sin causar una cantidad disruptiva de formación de yeso sobre las estructuras del reactor.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una mezcladora (1) que proporciona una potente capacidad de bombeo para mezclar una solución o lechada y un gas, comprendiendo la mezcladora una placa circular (3) unida simétricamente al extremo inferior de un árbol (2), paletas mezcladoras interiores verticales (4) unidas radialmente por encima y por debajo al borde exterior de la placa y paletas exteriores (6) unidas a la placa circular por medio de un brazo (5), **caracterizada porque** las paletas interiores y exteriores (4, 6) están unidas simétricamente en altura en relación con el plano formado por la placa circular (3).
- 10 2. Una mezcladora de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** el número de paletas, tanto interiores como exteriores (4,6), es de 5 a 8.
- 15 3. Una mezcladora de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** en el borde interior (7) de la paleta interior, que incluye tanto las partes que están por encima como por debajo de la placa circular (3), está hecho de manera que se curva en la dirección del árbol de la mezcladora de modo que el borde superior (8) y el borde inferior (9) de la paleta son horizontales hacia dentro desde el borde exterior (10) en una distancia que es 35-50% de la anchura total de la paleta.
- 20 4. Una mezcladora de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizada porque** el borde interior curvado (7) de la paleta interior está formado como una parábola.
- 25 5. Una mezcladora de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** la altura de las paletas interiores (7) está en la región de 38 – 46% y la anchura en la de 14 – 20% del diámetro total de la mezcladora.
- 30 6. Una mezcladora de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** el borde exterior (10) de la paleta interior es vertical y se extiende preferiblemente más allá de la placa circular (3) en una distancia que está comprendida entre 0 y 2% del diámetro de la mezcladora.
- 35 7. Una mezcladora de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** las paletas exteriores (6) forman un ángulo de 50 – 70°, preferiblemente de 60°, con el plano formado por la placa circular (3).
- 40 8. Una mezcladora de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** las paletas exteriores (6) son de forma rectangular y porque su altura está en el intervalo de 3 a 3,5 veces su anchura.
- 45 9. Una mezcladora de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** las paletas interiores (4) y las paletas exteriores (6) están enfrentadas entre sí, es decir, el brazo (5) que conecta la placa circular a la paleta exterior está unido a la placa circular en el mismo punto que la paleta interior.
- 50 10. Una mezcladora de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** las paletas interiores (4) y las paletas exteriores (6) están unidas a la placa circular (3) de manera que están desplazadas entre sí.
11. Una mezcladora de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizada porque** las paletas interiores (4) y las paletas exteriores (6) están desplazadas entre sí entre 0 – 36°.
12. Una mezcladora de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizada porque** el desplazamiento entre las paletas interiores y exteriores es ajustable.
13. Una mezcladora de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** la longitud de los brazos (5) que unen las paletas exteriores (6) a la placa circular (3) está comprendida entre 3 y 4% del diámetro total de la mezcladora.
14. Una mezcladora de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** se utiliza en condiciones atmosféricas.
15. Una mezcladora de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** es utilizada en un autoclave.
16. Un método para alimentar gas a una solución o lechada, particularmente en procesos hidrometalúrgicos, **caracterizado porque** la dispersión efectiva de gas en una solución y la buena mezcladura de micro- y macro-nivel se obtienen por medio de una mezcladora (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, situada en un reactor agitado (11), con la que la dispersión de gas y la mezcladura de macro-nivel ocurren por medio de las paletas interiores (4) de la mezcladora, y la mezcladura de macro-nivel por medio de las paletas exteriores (6) de la mezcladora, y porque, como consecuencia de su efecto combinado, se obtiene un flujo que se eleva por las paredes arriba del reactor agitado y se vuelve hacia abajo cerca de la superficie del líquido a la mezcladora.
17. Un método de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizado porque** el gas es mezclado en la solución en un reactor que tiene una relación de altura de llenado a diámetro de 0,8 – 1,4.

18. Un método de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizado porque** la mezcladura del gas en la solución ocurre con una mezcladora con un factor de potencia N_p en el intervalo de 4 – 10, por lo que la velocidad punta de las paletas exteriores es un máximo en la región de 5 – 7 m/s.
- 5 19. Un método de acuerdo con la reivindicación 18, **caracterizado porque** la solución a tratar es una solución que contiene cromo(VI) y el gas que se ha de alimentar es dióxido de azufre.
20. Un método de acuerdo con la reivindicación 19, **caracterizado porque** la solución es una solución basada en ácido nítrico que contiene cromo(VI).
21. Un método de acuerdo con la reivindicación 19, **caracterizado porque** la solución es una solución basada en ácido sulfúrico que contiene cromo(VI).
- 10 22. Un método de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizado porque** la solución a tratar contiene al menos uno de los siguientes metales: cinc, níquel o cobalto, y porque el gas que se ha de alimentar es un gas que contiene dióxido de azufre y oxígeno.

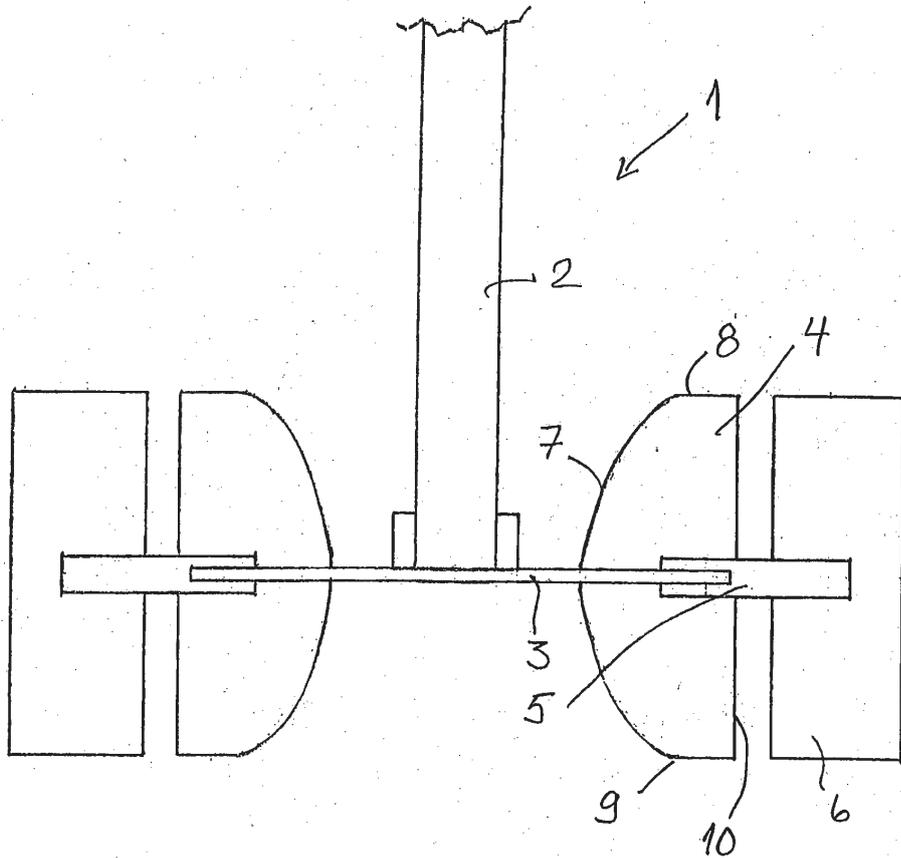


Fig. 1

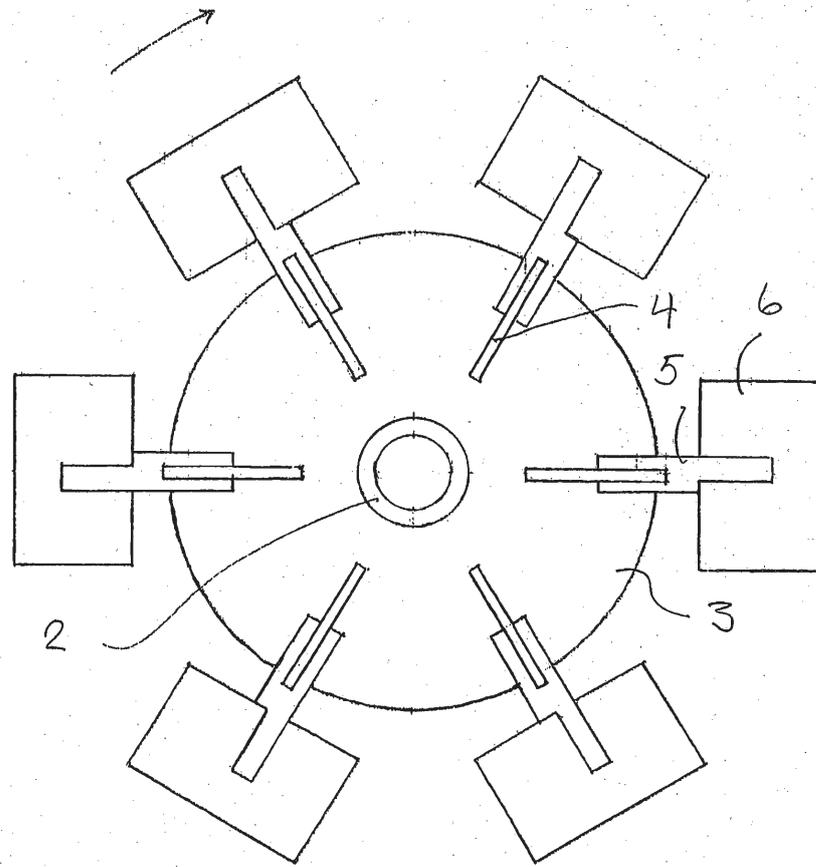


Fig. 2

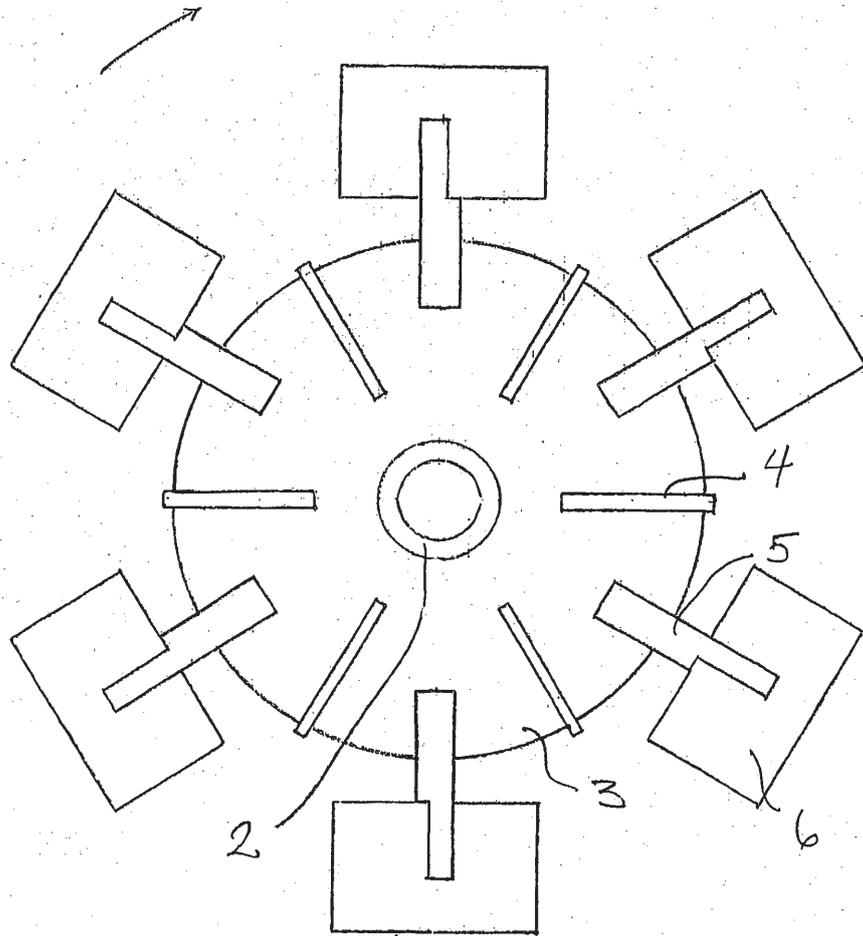


Fig. 3

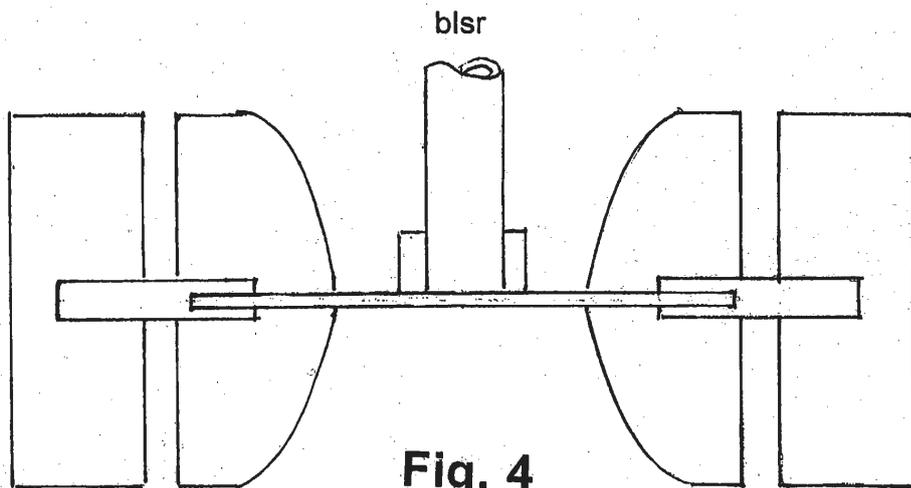
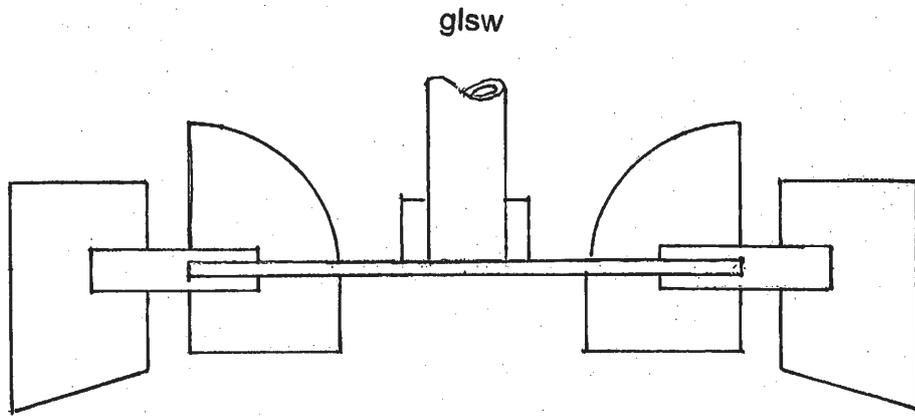
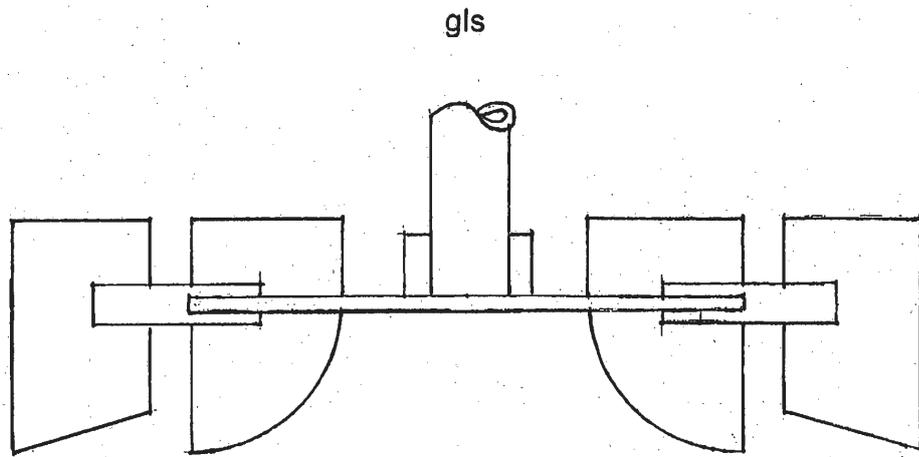


Fig. 4

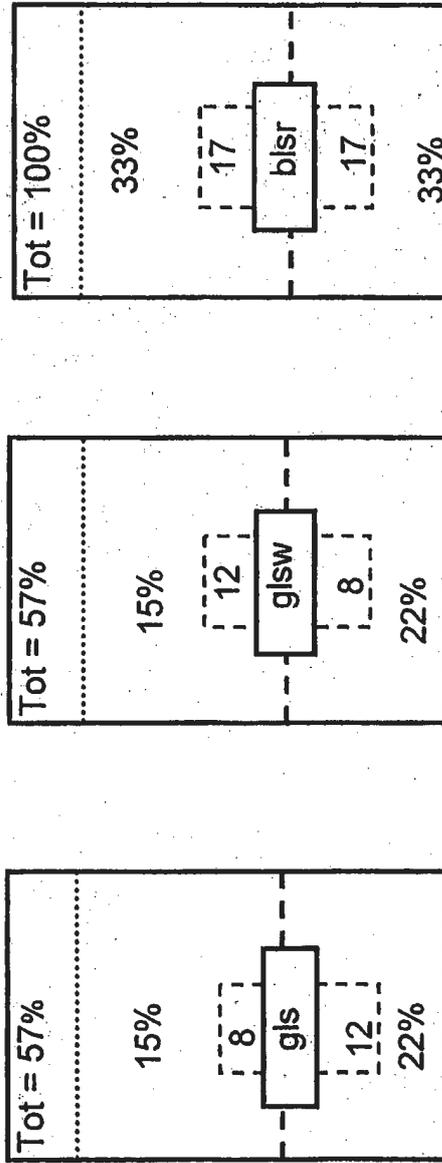


Fig. 5

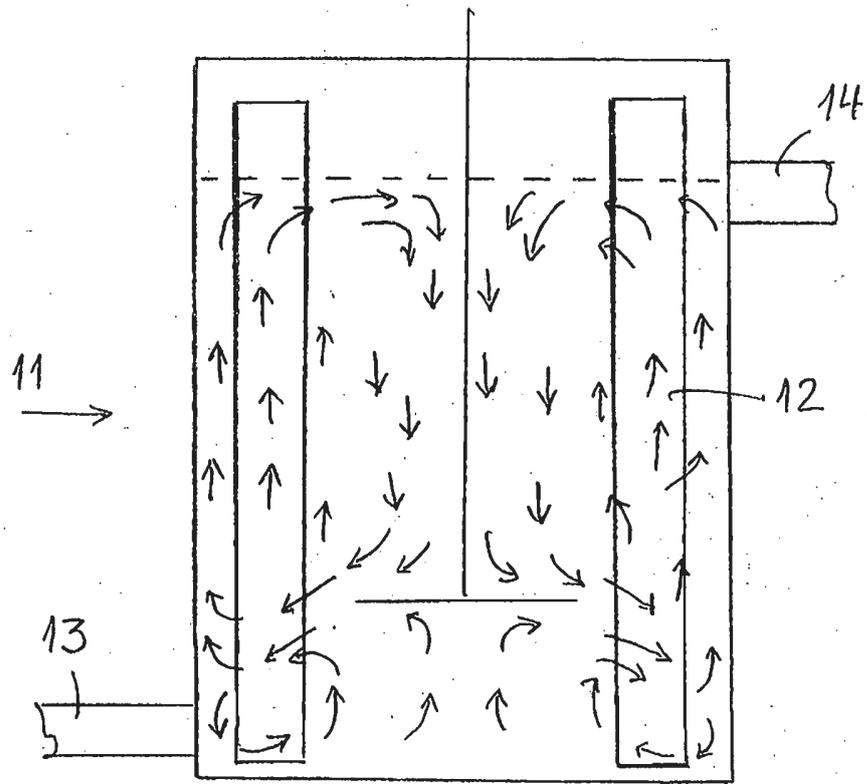


Fig. 6

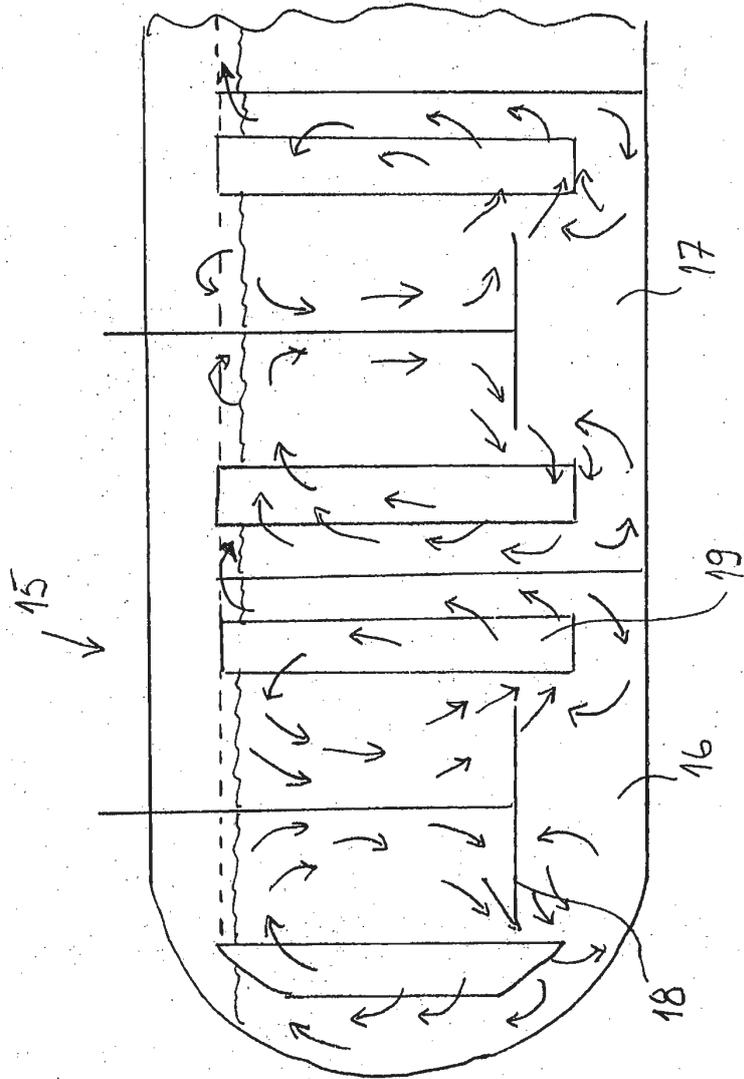


Fig. 7