



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11) Número de publicación: 2 812 755

51 Int. Cl.:

B01F 5/04 (2006.01) D21B 1/32 (2006.01) B01F 3/04 (2006.01) B03D 1/24 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: 14.08.2015 PCT/DE2015/000408

(87) Fecha y número de publicación internacional: 25.02.2016 WO16026477

Fecha de presentación y número de la solicitud europea: 14.08.2015 E 15784553 (8)
 Fecha y número de publicación de la concesión europea: 03.06.2020 EP 3183052

(54) Título: Método y dispositivo para la limpieza de suspensiones de materias fibrosas mediante

(30) Prioridad:

22.08.2014 DE 102014012666

flotación

Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente: 18.03.2021

73) Titular/es:

RITHCO PAPERTEC GMBH (100.0%) Krüllsdyk 157 47803 Krefeld, DE

(72) Inventor/es:

MENNE, RALF; RITTER, ANDREAS y MAMAT, OLIVER

(74) Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

DESCRIPCIÓN

Método y dispositivo para la limpieza de suspensiones de materias fibrosas mediante flotación

5

[0001] La invención se refiere a un método y a un dispositivo para la limpieza de mezclas sólido-líquido contaminadas y al uso del método y del dispositivo. La invención se refiere, en particular, a un método y a un dispositivo para eliminar contaminantes e impurezas de una suspensión de fibras de papel acuosa mediante flotación.

10

[0002] La flotación es un método de separación físico-químico de materias sólidas de grano fino debido a la diferente humectabilidad superficial de las partículas. En este caso se depositan fácilmente en superficies hidrófobas, es decir, superficies que son difíciles de mojar con agua, lo que les da flotabilidad a las partículas para que floten. El requisito previo es que el gas utilizado sea difícil de disolver en agua. En esta condición, las burbujas de gas igualmente hidrófobas se acumulan en las superficies de las partículas hidrófobas y las partículas igualmente hidrófobas se acumulan en la superficie de las burbujas de gas hidrófobas. Como consecuencia, se forma, mediante flotación, una espuma o un lodo flotante que contiene las materias que se van a eliminar.

15

20

[0003] Se conocen métodos de flotación para el tratamiento de una suspensión obtenida a partir de papel usado impreso, en el que las partículas de tinta ya se han desprendido de las fibras. Esto aprovecha el hecho de que la materia fibrosa permanece en la suspensión de fibras debido a su carácter hidrófilo, mientras que las partículas de impurezas no deseadas son hidrófobas y, por lo tanto, entran en la espuma junto con las burbujas de aire. Debido a que, en este caso, no todos los sólidos flotan, pero las fibras se separan de los contaminantes y esencialmente solo los contaminantes flotan, se habla de flotación selectiva. Además de la tinta, los contaminantes eliminados por la flotación selectiva son especialmente adhesivos, partículas de plástico finas y posiblemente también resinas.

25

30

[0004] En el tratamiento de papel usado, el papel usado se rompe en la trituradora y se mezcla con agua de retorno para obtener una suspensión de materia bombeable. El primer paso de clasificación aquí es eliminar impurezas y contaminantes grandes, no destructibles ni bombeables, como, por ejemplo, cuerdas y láminas resistentes. La suspensión de materias fibrosas resultante pasa luego a través de varios niveles de clasificación mecánicos, por ejemplo, cestas de colado, en los que se eliminan impurezas y contaminantes adicionales más pequeños.

35

[0005] Después de la denominada clasificación previa, la suspensión de materias fibrosas pasa por una clasificación posterior, a menudo también un sistema de destintado o incluso cestas de colado más finas. El término "destintado" se usa generalmente no solo para la eliminación de partículas de tinta, sino también en general para la flotación selectiva de contaminantes de suspensiones de materias fibrosas. En un sistema de destintado, la suspensión de materias fibrosas se enriquece con aire.

40

[0006] Para hacer esto, el agua se enriquece en primer lugar con aire. Este enriquecimiento del agua con aire requiere una cantidad considerable de energía, principalmente eléctrica. Una bomba lleva un volumen de agua a una presión de agua de aproximadamente 8 bar y lo impulsa hacia un recipiente a presión. En él se introducen aproximadamente 10 bar de aire comprimido, donde el volumen de aire corresponde aproximadamente al 20 % del volumen de agua (la proporción de aire a agua es aquí aproximadamente de 1 a 5).

45

50

55

[0007] Para el enriquecimiento de agua con aire se conocen también elementos de mezcla que funcionan según el principio de Venturi. De este modo, por ejemplo, la DE 693 29 061 T2 describe un dispositivo para la mezcla dispersa eficaz de burbujas de gas con un líquido y la disolución eficaz de un gas en un líquido. El dispositivo comprende un elemento de mezcla que funciona según el principio de Venturi con una sección estrangulada, que se forma mediante una zona de un canal de corriente de fluido, cuya sección transversal está reducida, una sección que se conecta a la sección estrangulada y está ensanchada hacia el lado aguas abajo ensanchando gradualmente una parte del canal de corriente de fluido, una entrada de gas, que está dispuesta en una zona de la sección ampliada algo más abajo de la sección estrangulada y una sección de mezcla dispuesta aguas abajo de la sección ampliada con un extremo del lado situado aguas abajo. El dispositivo comprende además un tubo de líquido con un extremo proximal, que está conectado al extremo del lado situado aguas abajo de la sección de mezcla del elemento de mezcla, y un extremo distal, que está conectado con una sección de boquilla, que presenta una multitud de agujeros de boquilla, donde inmediatamente antes de la sección de boquilla está dispuesta una segunda sección estrangulada, que se forma mediante una zona estrechada del canal de corriente de fluido en la superficie de la sección transversal.

60

[0008] El agua enriquecida con aire, es decir, la suspensión de aire, se fusiona luego con la suspensión de materias fibrosas.

65

[0009] Solamente las impurezas y los contaminantes ya separados se depositan en las burbujas de aire y se eliminan en un fraccionador situado aguas abajo mediante la flotación de la espuma formada. Las impurezas y los contaminantes que aún se adhieren a las fibras permanecen intactos en la suspensión de materias fibrosas e influyen en la calidad del papel, como la capacidad de impresión y la imprimibilidad, así como en los parámetros

físicos del papel. Incluso un paso múltiple a través de varias celdas de destintado, por ejemplo, conectadas en cascada, generalmente solo produce resultados suficientes y no buenos.

- 5 [0010] Se conocen agentes auxiliares químicos para liberar las impurezas y los contaminantes de las fibras de papel o enmascararlas. Sin embargo, los agentes auxiliares químicos conocidos no son suficientemente eficientes y tampoco económicos.
- [0011] Otro problema con los métodos y dispositivos de flotación conocidos es que no solo flotan las impurezas y los contaminantes, sino que también se elimina indeseablemente un contenido de fibra de papel de más del 2 %.

15

20

30

45

50

60

- [0012] En la práctica, un sistema de destintado consta de varias celdas de destintado que están conectadas consecutivamente. Las impurezas y los contaminantes separados se introducen generalmente en una célula secundaria para recuperar las fibras de papel perdidas. No obstante, la pérdida de fibra en un sistema de destintado es superior al 2 %.
- [0013] Las impurezas y los contaminantes que se eliminan en un sistema de destintado solo son, en su mayoría, partículas de tinta. Otras partículas indeseadas, como, por ejemplo, adhesivos, metales, plástico, resinas y sustancias orgánicas, no se distribuyen en un sistema de destintado.
- [0014] El rango de consistencia en un sistema de destintado está normalmente entre el 1 % y el 1,5 %. El valor de pH es de aprox. 7.
- [0015] El estado de la técnica con respecto a los métodos de flotación para suspensiones de materias fibrosas está ya muy avanzado.
 - [0016] Por lo tanto, la DE 10 2008 056 040 A1 divulga un método para eliminar impurezas con la ayuda de burbujas de gas de una suspensión de materias fibrosas acuosas, donde al menos una corriente de gas es suministrada por la corriente de la suspensión de fibras en al menos un dispositivo de mezcla y se forman burbujas de gas, por lo que las impurezas de la suspensión de materias fibrosas se acumulan en una espuma de flotación y de eliminan con ella. En este caso, al menos una corriente interna de gas se dirige hacia el interior de la suspensión de fibras, alternativamente también una corriente externa de gas se dirige hacia el exterior de la corriente de la suspensión de fibras.
- [0017] La DE 10 2008 064 271 A1 y la WO80/00423 A1 divulgan un método para eliminar materias sólidas con la ayuda de burbujas de gas de una suspensión de materias fibrosas acuosas, en particular una suspensión de papel usado, donde se suministra gas a la suspensión de fibras en al menos un dispositivo de mezcla y se forman burbujas de gas. A continuación, la suspensión gasificada del dispositivo de mezcla se dirige hacia un recipiente de flotación mediante una resistencia a la corriente regulable, en particular mediante un estrangulador, mientras que las materias sólidas se separan mediante flotación. El método permite ajustar el contenido de aire de la suspensión gasificada.
 - [0018] Además, la DE 10 2011 009 792 A1 divulga un método para la limpieza de fibras contaminadas, en el que, en un primer paso del método, las fibras que se van a limpiar se mezclan con líquido y, en un segundo paso del método, se juntan como una mezcla sólido-líquido que fluye con una mezcla aire-líquido, donde la confluencia de la mezcla aire-líquido con la mezcla sólido-líquido tiene lugar a velocidades de corriente bastante diferentes y este proceso se lleva a cabo de tal manera que al mismo tiempo tiene lugar una dilución significativa de la mezcla sólido-líquido y las partículas contaminantes disueltas se adhieren a las burbujas de aire de la mezcla aire-líquido, y, en un tercer paso del método para separar el contenido de fibras, la espuma contaminada de las burbujas de aire y el líquido, la mezcla producida en el segundo paso del método se somete a un fraccionamiento, en el que la espuma resultante sobre la superficie, cargada de contaminantes, se separa de las fibras limpiadas.
- [0019] Sin embargo, con los sistemas de flotación actuales y los métodos para eliminar impurezas y contaminantes con la ayuda de burbujas de gas de una suspensión de materias fibrosas, solo impurezas y contaminantes determinados pueden eliminarse de la suspensión de fibras. Sería deseable que, como resultado del desprendimiento adicional de partículas de suciedad de las fibras, en particular fibras de papel, no solo floten partículas de tinta, sino que también una gran parte de otras impurezas y otros contaminantes (adhesivos, partículas de plástico diminutas, etc.) pudieran enriquecerse en la espuma y eliminarse de la suspensión de materias fibrosas.
 - [0020] Por lo tanto, el objeto de la invención es crear un dispositivo y un método que superen las desventajas mencionadas anteriormente del estado de la técnica.
- [0021] Este objeto se logra mediante un dispositivo según la reivindicación independiente 1 y un método según la reivindicación independiente 6. Las configuraciones ventajosas del dispositivo se indican en las reivindicaciones dependientes 2 a 5 y las configuraciones ventajosas del método se indican en las reivindicaciones dependientes 7 a 12.

[0022] Un primer aspecto de la invención se refiere a un dispositivo para la limpieza de mezclas sólido-líquido contaminadas, que comprende al menos una primera tubería para suministrar un líquido, preferiblemente agua, al menos una segunda tubería para suministrar una mezcla sólido-líquido, preferiblemente una suspensión de materias fibrosas, de manera especialmente preferida una suspensión de fibras de papel, al menos una tercera tubería, que conecta la primera y la segunda tubería y comprende al menos un elemento de mezcla, que funciona según el principio de Venturi, en lo sucesivo denominado elemento de mezcla Venturi, donde el elemento de mezcla Venturi presenta dos conos enfrentados entre sí, que desembocan respectivamente con su abertura de paso pequeña en una cámara que forma una cavidad, donde la zona de la desembocadura está configurada en la cámara que forma una cavidad de tal manera que la abertura de paso pequeña de los conos continúa respectivamente en una sección de conducto no cónica correspondiente a la superficie de la sección transversal de las aberturas de paso pequeñas, estas secciones de conducto no cónicas desembocan en la cámara entre los conos, la abertura de paso grande del primer cono está conectada con la primera tubería a través de la tercera tubería y la abertura de paso grande del segundo cono está conectada con la segunda tubería a través de la tercera tubería, la abertura de paso pequeña del primer cono está diseñada de forma más pequeña que la abertura de paso pequeña del segundo cono y los dos conos opuestos entre sí y las secciones de conducto no cónicas están dispuestas longitudinalmente de manera axial entre sí, al menos una cuarta tubería para suministrar un gas, preferiblemente aire, donde la cuarta tubería desemboca en la cámara que forma una cavidad del elemento de mezcla Venturi, así como al menos un fraccionador dispuesto aguas abajo de la segunda tubería para separar la espuma surgida mediante flotación.

5

10

15

20

40

45

50

55

60

65

[0023] La abertura de paso pequeña del primer cono es, preferiblemente, entre un 20 y un 40 % más pequeña que la abertura de paso pequeña del segundo cono.

[0024] Al suministrar el líquido al elemento de mezcla Venturi y al dirigir el gas, preferiblemente el aire hacia el elemento de mezcla Venturi, el líquido se enriquece con burbujas de gas de diferentes diámetros en el elemento de mezcla Venturi, donde simultáneamente aumenta la velocidad de corriente del líquido. El líquido enriquecido con burbujas de gas de diferentes diámetros se introduce luego en la mezcla sólido-líquido contaminada, donde el líquido enriquecido con burbujas de gas presenta una velocidad de corriente más alta que la mezcla sólido-líquido. Se produce una mezcla del líquido enriquecido con burbujas de gas y de la mezcla sólido-líquido, donde, a través de la energía cinética de las burbujas de gas, las impurezas y los contaminantes se separan de las materias sólidas de la mezcla sólido-líquido y se acumulan en las burbujas de gas. Como resultado de la acumulación en las burbujas de gas, las impurezas y los contaminantes se eliminan posteriormente de la mezcla sólido-líquido como una espuma. Finalmente, se produce una separación de la mezcla sólido-líquido y de la espuma en un método de flotación posterior.

[0025] Es esencial que la desembocadura de ambos conos opuestos entre sí esté configurada en la cavidad entre ambas aberturas de paso pequeñas de los conos, en las que desemboca la cuarta tubería, de tal manera que la abertura de paso pequeña de los conos continúe respectivamente en una sección de conducto no cónica correspondiente a la superficie de la sección transversal de las aberturas de paso pequeñas, y esta sección de conducto no cónica desemboque en la dicha cavidad entre los conos. Esta cavidad forma un aumento considerable de la sección transversal de paso para el líquido. El líquido suministrado al elemento de mezcla Venturi a través de la tercera tubería es acelerado en su velocidad de corriente por el primer cono y, después de haber fluido a través de la sección de conducto no cónica adyacente a la abertura de paso pequeña del cono, entre en la cavidad como un chorro de líquido a mayor velocidad de corriente. En este caso, se produce una presión negativa, como resultado de lo cual el gas se aspira hacia la cámara a través de la cuarta tubería. El líquido que fluye hacia la cavidad a mayor velocidad absorbe este gas aspirado hacia la cavidad o lo lleva consigo.

[0026] Aguas abajo de la cavidad, es decir, después del aumento repentino de la sección transversal de paso para el líquido, que pasa por esta cavidad casi como un chorro de líquido, el chorro de líquido entra en la sección de conducto no cónica de la abertura de paso pequeña del segundo cono. Esta sección de conducto no cónica posee un diámetro mayor que el chorro de líquido. A él se conecta el segundo cono, donde se produce otra ampliación de la sección transversal de paso para el líquido. En esta sección de conducto no cónica y posteriormente en el segundo cono del elemento de mezcla Venturi se realiza una mezcla muy intensiva del líquido con el gas absorbido o arrastrado, donde el gas se distribuye como pequeñas burbujas en el líquido. Cuando sale el elemento de mezcla Venturi hacia la tercera tubería, el líquido está bastante enriquecido con burbujas de gas de diferentes tamaños. Esta mezcla en burbujas de gas de diferentes tamaños en el líquido es importante para provocar una acumulación en una amplia gama de impurezas y contaminantes de diferentes tamaños que se van a separar. La cantidad y la distribución del tamaño de las burbujas de gas en el líquido dependen en gran medida del diseño estructural del elemento de mezcla Venturi que se describe en detalle a continuación, además de la velocidad de corriente del líquido y la cantidad de gas aspirado.

[0027] En una forma de realización de la invención, el diámetro de la abertura de paso grande del primer cono es de entre 10 y 20 mm y el diámetro de la abertura de paso pequeña del primer cono es de entre 14 y 16 mm, donde naturalmente el diámetro de la abertura de paso pequeña siempre es menor que el diámetro de la abertura de paso grande. El diámetro de la abertura de paso pequeña del segundo cono es de entre 12 y 20 mm y el diámetro de la abertura de paso grande del segundo cono es de entre 16 y 24 mm, donde también aquí, naturalmente, el diámetro de la abertura de paso pequeña siempre es menor que el diámetro de la abertura de paso grande.

Además, existe la condición de que el diámetro de la abertura de paso pequeña del primer cono sea al menos 2 mm más pequeño que el diámetro de la abertura de paso pequeña del segundo cono. La longitud de la sección de conducto no cónica es de entre 20 y 80 mm. La distancia de ambas desembocaduras opuestas de la sección de conducto no cónica en la cavidad, es decir, la anchura de la cavidad, es de entre 6 y 20 mm.

[0028] En otra forma de realización de la invención, el líquido enriquecido con burbujas de gas de diferentes tamaños y diferente distribución de tamaño presenta una proporción de gas a líquido de 1 - 4:1, preferiblemente 1:1

10

15

20

5

[0029] En una forma de realización de la invención, el elemento de mezcla Venturi presenta una multitud de conos opuestos entre sí respectivamente a pares, que desembocan respectivamente, con su abertura de paso pequeña, en una cámara que forma una cavidad, donde la zona de la desembocadura está configurada en la cavidad de tal manera que la abertura de paso pequeña de los conos continúa respectivamente en una sección de conducto no cónica correspondiente a la superficie de la sección transversal de las aberturas de paso pequeñas y esta sección de conducto no cónica desemboca en la dicha cavidad entre los conos. En este caso, todos los conos desembocan en una cavidad común, donde, como ya se ha descrito, dos conos opuestos respectivamente están alineados axialmente uno con respecto al otro. El número de los pares de conos está entre 2 y 25, preferiblemente entre 4 y 20. Dado que la cantidad de gas en diferentes sistemas puede variar bastante, es ventajoso ajustar la cantidad de gas y el tamaño de las burbujas absorbidas por el número de pares de conos dispuestos en el elemento de mezcla Venturi, de manera específica para la aplicación. Por lo tanto, por ejemplo, se puede usar un elemento de mezcla Venturi con hasta 4 pares de conos en un conducto DN 60. Son posibles, por ejemplo, hasta 7 pares de conos en un elemento de mezcla Venturi para un conducto DN 80. En un elemento de mezcla Venturi para un conducto DN 120 pueden estar dispuestos hasta 19 pares de conos.

25

30

40

50

65

[0030] En otra forma de realización de la invención, el elemento de mezcla Venturi está diseñado de tal manera que se puede ajustar el tamaño de burbujas de gas de manera específica para la aplicación. En este caso, por ejemplo, se pueden modificar las secciones transversales de la tubería tercera y cuarta. Las secciones transversales de las aberturas de paso pequeñas de los conos y las longitudes de las secciones de conducto no cónicas, a través de las cuales desembocan las aberturas de paso pequeñas de los conos en la cavidad entre los conos en el elemento de mezcla Venturi, también se pueden adaptar de manera específica a la aplicación e influir en el tamaño, así como la distribución de tamaño de las burbujas de gas en el líquido.

[0031] En una forma de realización de la invención, la tercera tubería desemboca en la segunda tubería en un ángulo de 90° ± 45°.

[0032] En otra forma de realización de la invención, la tercera tubería desemboca en la segunda tubería en un ángulo de 90°. En este caso, la segunda tubería presenta preferiblemente un diámetro mayor que la tercera tubería. Al introducir el líquido enriquecido con burbujas de gas de diferentes tamaños en la mezcla sólido-líquido, las partículas de suciedad se desprenden de la fibra de papel.

[0033] En otra forma de realización de la invención, la tercera tubería desemboca en un ángulo de 45° en la dirección de corriente de la segunda tubería en la segunda tubería.

45 [0034] En una forma de realización alternativa de la invención, la tercera tubería desemboca en un ángulo de 45° opuesto a la dirección de corriente de la segunda tubería en la segunda tubería. Se debería tener cuidado de no caer por debajo del ángulo de 45°, ya que, de lo contrario, la mezcla del líquido enriquecido con burbujas de gas con la mezcla sólido-líquido sería menos efectiva y, por lo tanto, el fraccionamiento posterior en la flotación ya no funcionaría de forma eficaz.

[0035] En otra forma de realización de la invención, el líquido presenta una presión de 2 a 4 bar en la primera tubería.

[0036] En otra forma de realización de la invención, el líquido presenta una velocidad de corriente de 1 m/s a 5 m/s en la primera tubería.

[0037] En otra forma de realización de la invención, la mezcla sólido-líquido presenta una velocidad de corriente de < 4 m/s en la segunda tubería.

[0038] En otra forma de realización de la invención, el líquido enriquecido con burbujas de gas presenta una velocidad de corriente de 5 - 40 m/s, preferiblemente 5 - 25 m/s, de manera preferible, de 9 - 25 m/s en la tercera tubería según el elemento de mezcla Venturi.

[0039] En otra forma de realización de la invención, el líquido es agua, preferiblemente agua clara o agua de colada.

[0040] En otra forma de realización de la invención, el dispositivo comprende una o varios otra tubería/s con respectivamente un elemento de mezcla Venturi, que están dispuestas en forma de cascada y están conectadas

aguas abajo con la desembocadura de la tercera tubería en la segunda tubería. A través de la introducción múltiple de un líquido enriquecido con burbujas de gas de diferentes tamaños, la mezcla sólido-líquido da como resultado una mezcla mejor de las burbujas de gas en la mezcla sólido-líquido. Además, esto aumenta el efecto de limpieza, de manera que es ventajoso el uso de varios elementos de mezcla Venturi y la introducción múltiple del líquido enriquecido con burbujas de gas en una mezcla sólido-líquido.

[0041] En otra forma de realización de la invención, la desembocadura de la tercera tubería en la segunda tubería está diseñada en forma de abanico. Esto permite que el líquido enriquecido con burbujas de gas se introduzca en la mezcla sólido-líquido sobre una superficie de introducción agrandada.

[0042] En otra forma de realización de la invención, la mezcla sólido-líquido presenta un contenido de sólidos del ≤ 2 % en peso después de la introducción del líquido enriquecido con burbujas de gas.

15 [0043] En otra forma de realización de la invención, el dispositivo comprende opciones de control. Por lo tanto, las correderas regulables están dispuestas corriente arriba y corriente abajo del elemento de mezcla Venturi. Asimismo, una corredera regulable está dispuesta en la cuarta tubería. Estas correderas se pueden operar de forma eléctrica o manual. Las opciones de control mencionadas influyen en el número, el tamaño y la distribución de tamaño de las burbujas de gas en el líquido.

[0044] Una ventaja esencial del dispositivo según la invención, en particular del elemento de mezcla Venturi, consiste en que el líquido se enriquece con una mezcla de burbujas de gas de diferentes tamaños sin necesidad de una compresión del gas que consuma energía. También se ha mostrado que las burbujas de gas en el líquido disponen de una alta energía cinética, lo que hace que las impurezas o los contaminantes se desprendan de las fibras cuando las burbujas de gas golpean a las fibras a las que se adhieren las impurezas o los contaminantes.

[0045] Otro aspecto de la invención se refiere a un método para la limpieza de mezclas sólido-líquido contaminadas, que comprende los pasos de:

- Suministrar un líguido, preferiblemente aqua, a un elemento de mezcla Venturi,
- Guiar un gas, preferiblemente aire, hacia el elemento de mezcla Venturi,

5

10

20

25

30

35

40

50

65

- Enriquecer el líquido con burbujas de gas de diferentes tamaños y diferente distribución de tamaño en el elemento de mezcla Venturi,
- Suministrar el líquido enriquecido con burbujas de gas de diferentes tamaños y diferente distribución de tamaño a una mezcla sólido-líquido contaminada, donde el líquido enriquecido con burbujas de gas presenta una velocidad de corriente más alta que la mezcla sólido-líquido,
- Mezclar el líquido enriquecido con burbujas de gas y la mezcla sólido-líquido, donde, a través de la energía cinética de las burbujas de gas, las impurezas y los contaminantes se desprenden de los sólidos de la mezcla sólido-líquido y se acumulan en las burbujas de gas, donde las burbujas de gas posteriormente eliminan las impurezas y los contaminantes de la mezcla sólido-líquido como una espuma,
- Separar la mezcla sólido-líquido y la espuma en un método de flotación posterior.

[0046] En una forma de realización de la invención, la mezcla sólido-líquido es una suspensión de fibras, preferiblemente una suspensión de fibras de papel.

[0047] En otra forma de realización de la invención se produce el enriquecimiento del líquido con burbujas de gas de diferentes tamaños y diferente distribución de tamaño de tal manera que el líquido enriquecido con burbujas de gas presenta una proporción de gas a líquido de 1 - 4:1, preferiblemente 1: 1.

[0048] En otra forma de realización de la invención, el líquido presenta una presión de 2 a 4 bar en la primera tubería.

[0049] En otra forma de realización de la invención, el líquido fluye en la primera tubería a una velocidad de corriente de 1 m/s a 5 m/s.

[0050] En otra forma de realización de la invención, la mezcla sólido-líquido fluye en la segunda tubería a una velocidad de corriente de < 4 m/s.

[0051] En otra forma de realización de la invención, el líquido enriquecido con burbujas de gas fluye en la tercera tubería según el elemento de mezcla Venturi a una velocidad de corriente de 5-40 m/s, preferiblemente 5- 25 m/s, de manera preferible de 9-25 m/s.

[0052] En una forma de realización de la invención se realiza el suministro del líquido enriquecido con burbujas de gas a la mezcla sólido-líquido en un ángulo de 90° ± 45°.

[0053] En otra forma de realización de la invención se realiza el suministro del líquido enriquecido con burbujas de gas a la mezcla sólido-líquido en un ángulo de 90°.

[0054] En otra forma de realización de la invención se realiza el suministro del líquido enriquecido con burbujas de gas a la mezcla sólido-líquido en un ángulo de 45° en la dirección de corriente de la mezcla sólido-líquido.

5

- [0055] En una forma de realización alternativa de la invención se realiza el suministro del líquido enriquecido con burbujas de gas a la mezcla sólido-líquido en un ángulo de 45° contra la dirección de corriente de la mezcla sólido-líquido.
- 10 [0056] En otra forma de realización de la invención, el líquido es agua, preferiblemente agua clara o agua de colada.
- [0057] Otro aspecto de la invención se refiere al uso de un dispositivo según la invención y a un método según la invención para la limpieza de mezclas sólido-líquido contaminadas, preferiblemente suspensiones de fibra contaminadas, de manera especialmente preferida suspensiones de fibras de papel contaminadas.
 - [0058] En resumen, se puede afirmar que la cantidad de líquido que entra corriente arriba del elemento de mezcla Venturi es la misma que la cantidad que sale del elemento de mezcla Venturi, donde la presión corriente abajo del elemento de mezcla Venturi es inferior. La velocidad de corriente es mayor corriente abajo del elemento de mezcla Venturi, ya que el líquido está enriquecido con burbujas de gas.
 - [0059] La cantidad de líquido y su velocidad de corriente pueden variar según el caso de aplicación. Deben adaptarse al caso de aplicación para lograr un efecto de limpieza óptimo.
- 25 [0060] Para lograr un buen efecto de limpieza, es importante que una mayor velocidad de corriente del líquido enriquecido con burbujas de gas sea mayor que la velocidad de corriente de la mezcla sólido-líquido.
 - [0061] Los desarrollos adicionales preferidos de la invención surgen de las combinaciones de las reivindicaciones o las características individuales de las mismas.

30

45

55

60

65

20

- [0062] La invención se explica con más detalle a continuación con la ayuda de algunos ejemplos de realización. Los dibujos correspondientes se muestran en
- Figura 1: una representación esquemática de un dispositivo para la limpieza de mezclas sólido-líquido contaminadas, en
 - Figura 2: una representación en sección esquemática de un elemento de mezcla Venturi, en
 - Figura 3a: una representación esquemática de la disposición de las aberturas de paso pequeñas de los conos en una pared lateral de la cavidad entre los conos para un elemento de mezcla Venturi

con 4 pares de conos, en

40 Figura 3b: una representación esquemática de la disposición de las aberturas de paso pequeñas de los conos en una pared lateral de la cavidad entre los conos para un elemento de mezcla Venturi

con 7 pares de conos, en

Figura 3c: una representación esquemática de la disposición de las aberturas de paso pequeñas de los conos en una pared lateral de la cavidad entre los conos para un elemento de mezcla Venturi

con 19 pares de conos, en

- Figura 4a: una representación esquemática de una configuración del dispositivo para la limpieza de mezclas sólido-líquido contaminadas, en
- Figura 4b: una representación esquemática de otra configuración del dispositivo para la limpieza de mezclas sólido-líquido contaminadas, en
- 50 Figura 4c: una representación esquemática de otra configuración del dispositivo para la limpieza de mezclas sólido-líquido contaminadas, en
 - Figura 5a: una representación transversal esquemática perpendicular a la dirección de corriente de la desembocadura de la tercera tubería en la segunda tubería, en
 - Figura 5b: una representación transversal esquemática de la desembocadura de la tercera tubería en la

segunda tubería y en

- Figura 5c: otra sección transversal esquemática de una configuración alternativa de la desembocadura de la tercera tubería en la segunda tubería.
- [0063] En un primer ejemplo de realización, un dispositivo 1 según la invención está representado esquemáticamente en la figura 1 con una primera tubería 2 para suministrar un líquido, donde se trata de agua clara o agua de colada, en lo sucesivo denominada agua para simplificar. El agua de la primera tubería 2 presenta una velocidad de corriente de 1 m/s a 5 m/s y una presión de 2 a 4 bar. El dispositivo comprende una segunda tubería 3 para suministrar una mezcla sólido-líquido a una velocidad de corriente de < 4 m/s, donde esta se trata de una suspensión de fibras de papel. La segunda tubería 3 está situada aguas abajo de un fraccionador no representado.
 - [0064] La suspensión de fibras de papel presenta contaminantes en forma de impurezas y contaminantes (partículas de tinta, adhesivos, partículas de plástico diminutas, etc.). Una tercera tubería 4, que comprende un

elemento de mezcla Venturi 5, está dispuesta entre la primera y la segunda tubería 2, 3. Una cuarta tubería 6 conduce a este elemento de mezcla Venturi 5 para guiar un gas, en el ejemplo descrito, aire. En el elemento de mezcla 5 que funciona según el principio de Venturi el agua se enrique con burbujas de gas de diferentes tamaños y, por lo tanto, se acelera mucho. Aguas abajo del elemento de mezcla Venturi, el agua enriquecida con burbujas de gas presenta una velocidad de corriente de aproximadamente 9 m/s a 25 m/s. Esta agua enriquecida con burbujas de gas se suministra a la mezcla sólido-líquido, donde, a través de la energía cinética de las burbujas de gas, las impurezas y los contaminantes se despegan de las fibras de papel al chocar las burbujas de gas con fibras de papel a las que se adhieren estas impurezas y estos contaminantes. Esta es una ventaja decisiva del método según la invención. El agua enriquecida con burbujas de gas contiene una gran cantidad de burbujas de gas de diferentes tamaños. Este tamaño diferente de las burbujas de gas es importante para alcanzar una acumulación en una amplia gama de impurezas y contaminantes de diferentes tamaños que se van a separar. Una separación efectiva de diferentes impurezas y contaminantes requiere una adaptación del número y la distribución de tamaño de las burbujas de gas. El número y la distribución de tamaño de las burbujas de gas en el agua depende en gran medida del diseño constructivo del elemento de mezcla Venturi 5, además de la velocidad de corriente del líquido y la cantidad de gas aspirada.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

[0065] La figura 2 muestra esquemáticamente una representación en sección del elemento de mezcla Venturi 5. El elemento de mezcla Venturi 5 presenta un primer cono 7, que conduce a un estrechamiento de la sección transversal. La tercera tubería 4 está conectada con la abertura de paso grande del primer cono 7, específicamente con la parte que está conectada a la primera tubería 2. Además, el elemento de mezcla Venturi 5 presenta una primera sección de conducto no cónica 8, que se conecta con la abertura de paso pequeña 12 del primer cono 7 y presenta esencialmente la misma superficie de la sección transversal, es decir, la abertura de paso pequeña 12 del primer cono 7. La primera sección de conducto no cónica 8 desemboca en una cámara 9 diseñada una cavidad. En esta cámara 9 está unida la cuarta tubería 6. Una segunda sección de conducto no cónica 10, a la que se conecta un segundo cono 11 con su pequeña abertura de paso 13, está dispuesta en alineación opuesta a la desembocadura de la primera sección de conducto no cónica 8 en la cámara 9. La tercera tubería 4 está unida a la abertura de paso grande del segundo cono 11, es decir, con la parte que está conectada con la segunda tubería 3. La cámara forma un aumento considerable de la superficie de la sección transversal.

[0066] A través de la parte de la tercera tubería 4 conectada con la primera tubería 2 se suministra agua al elemento de mezcla Venturi 5. La velocidad de corriente del agua es acelerada por el primer cono 7 y entra en la cavidad de la cámara 9 como un chorro de líquido a una velocidad de corriente aumentada. En este caso, se genera una presión negativa, como resultado de lo cual el agua que entra a la cavidad de la cámara 9 a mayor velocidad absorbe o lleva consigo el gas que es aspirado hacia la cavidad a través de la cuarta tubería. Aquas abajo de la cámara 9, es decir, después del aumento repentino de la superficie de la sección transversal del agua que fluye a través de esta cámara 9 como un chorro de agua, el chorro de agua con el gas absorbido o arrastrado entra en la segunda sección de conducto no cónica 10 de la abertura de paso pequeña 13 del segundo cono 11. Esta sección de conducto 10 continúa en el segundo cono 11, donde otro agrandamiento de la superficie de la sección transversal se realiza para el agua. En esta sección de conducto 10, así como en el segundo cono 11 posterior al elemento de mezcla Venturi 5, se realiza una mezcla muy intensiva del aqua con el gas absorbido o arrastrado, donde el gas se distribuye en el agua como burbujas de diferentes tamaños. Cuando sale el elemento de mezcla Venturi 5 hacia la tercera tubería 4, el agua está bastante enriquecida con gas en forma burbujas de diferentes tamaños. Estas burbujas de gas de diferentes tamaños son importantes para lograr una acumulación en una amplia gama de impurezas y contaminantes de diferentes tamaños que se van a separar. En una configuración del ejemplo de realización, la tercera tubería 4 está diseñada como un tubo DN 80. La primera zona cónica 7 presenta una disminución de la superficie de la sección transversal de un diámetro de sección transversal de la abertura de paso grande de 16 mm hasta un diámetro de sección transversal de la abertura de paso pequeña de 12 mm. La primera sección de conducto no cónica 8 presenta, en consecuencia, un diámetro de sección transversal de 12 mm y posee una longitud de aproximadamente 50 mm. Son posibles diseños más largos de la sección de conducto no cónica 8. La cámara 9 posee una anchura de 10 mm, es decir, la desembocadura de la primera sección de conducto no cónica 8 en la cámara 9 está separada 10 mm de la desembocadura opuesta de la segunda sección de conducto no cónica 10, a la que se une el segundo cono 11. La segunda zona no cónica 10 posee una sección transversal con un diámetro de 16 mm, así como la abertura de paso pequeña 13 del segundo cono 11. La abertura de paso grande del segundo cono 11 posee una sección transversal con un diámetro de 18 mm. La segunda zona no cónica 10 aguas abajo de la cámara 9 y la segunda zona cónica 11 con un agrandamiento del diámetro de 16 mm a 18 mm son importantes para la formación de burbujas de gas de diferentes tamaños en el aqua. Aquí es donde se forman las burbujas de gas de diferentes tamaños para la posterior flotación. El elemento de mezcla Venturi posee una longitud total de 300 mm.

[0067] Se describió anteriormente un elemento de mezcla Venturi 5 con un par de conos, es decir, con dos conos 7, 11 dispuestos uno frente al otro. Es posible y ventajoso disponer de más de un par de conos en un elemento de mezcla Venturi 5.

[0068] Las figuras 3a hasta c muestran la disposición de las desembocaduras de la sección de conducto no cónica en una pared lateral de la cámara 9 entre los conos 7, 11 para un elemento de mezcla Venturi 5 con 4, 7 o 19 pares de conos.

[0069] En otro ejemplo de realización está representada una configuración del dispositivo según la figura 1 en la figura 4a, donde la tercera tubería 4 desemboca en la segunda tubería 3 en un ángulo de 45°. En este caso, la desembocadura tiene lugar en la dirección de corriente de la mezcla sólido-líquido, que se representa mediante la flecha. Preferiblemente, la segunda tubería 3 presenta un diámetro mayor que la tercera tubería 4. En otra configuración del ejemplo de realización anteriormente mencionado, representado en la figura 4b, la tercera tubería 4 desemboca en la segunda tubería 3 contra la dirección de corriente de la mezcla sólido-líquido. Sin embargo, en este caso, el valor no debe caer por debajo de 45°, ya que, de lo contrario, la mezcla de la mezcla sólido-líquido con las burbujas de gas introducidas con el agua es menos efectiva, por lo que la eficiencia del proceso de flotación se resiente.

[0070] Otra configuración del ejemplo de realización anteriormente mencionado está representada en la figura 4c. En este caso, el dispositivo comprende varios elementos de mezcla Venturi 5, que desembocan de manera consecutiva en la segunda tubería 3 en la dirección de corriente de la mezcla sólido-líquido. El uso de varios elementos de mezcla Venturi 5 que actúan en paralelo da como resultado una mezcla mejor de la mezcla sólido-líquido con las burbujas de gas introducidas con el agua en la tubería 3. Además, el efecto de limpieza aumenta si el agua enriquecida con burbujas de gas se introduce en la mezcla sólido-líquido en varios puntos.

[0071] La figura 5a muestra esquemáticamente una desembocadura 14 en forma de abanico de la tercera tubería 4 en la segunda tubería 3. Mediante un diseño en forma de abanico de la desembocadura 14 se logra una mezcla mejor de la mezcla sólido-líquido en la segunda tubería 3 con el agua de la tercera tubería 4 enriquecida con burbujas de gas. La superficie de la sección transversal de la desembocadura 14 en forma de abanico es tan grande como la superficie de la sección transversal de la segunda tubería 3, de modo que la velocidad de corriente del agua enriquecida con burbujas de gas no se modifica y el efecto de limpieza no se ve afectado negativamente.

[0072] En la figura 5b también se muestra esquemáticamente una configuración alternativa de la desembocadura 14 en forma de abanico de la tercera tubería 4 en la segunda tubería 3, donde la expansión en forma de abanico de la desembocadura 14 está alineado en paralelo a la dirección de corriente de la mezcla sólido-líquido en la segunda tubería 3.

[0073] La figura 5c muestra la desembocadura de tres terceras tuberías 4 en la segunda tubería 3, donde las terceras tuberías 4 están dispuestas en forma de estrella alrededor de la segunda tubería 3. Esta disposición de las desembocaduras de varias corrientes paralelas de agua enriquecida con burbujas de gas en la segunda tubería 3 que transporta la mezcla sólido-líquido provoca una mejor mezcla de la mezcla sólido-líquido con las burbujas de gas introducidas con el agua en la segunda tubería 3.

[0074] Aunque en las figuras no se ilustra, el dispositivo 1 comprende dispositivos para controlar o regular la corriente de agua y/o gas. Estos están dispuestos, por ejemplo, aguas arriba o aguas abajo del elemento de mezcla Venturi 5 en la tercera tubería 4, y en la cuarta tubería 6 hay correderas dispuestas para influir en la respectiva corriente de gas y/o agua. Las correderas pueden estar diseñadas para ser operadas eléctrica o manualmente. Estas se pueden usar para influir en el número, el tamaño y la distribución de tamaño de las burbujas de gas en el líquido.

Lista de los números de referencia utilizados

5

10

15

25

30

35

40

45

40		
	[0075]	
	1	dispositivo
	2	primera tubería
	3	segunda tubería
50	4	tercera tubería
	5	elemento de mezcla Venturi
	6	cuarta tubería
	7	primer cono
	8	primera sección de conducto no cónica
55	9	cámara, cavidad
	10	segunda sección de conducto no cónica
	11	segundo cono
	12	abertura de paso pequeña del primer cono 7
	13	abertura de paso pequeña del segundo cono 10
60	14	desembocadura en forma de abanico de la tercera tubería en la segunda tubería

REIVINDICACIONES

- 1. Dispositivo (1) para la limpieza de mezclas sólido-líquido contaminadas, que comprende
 - al menos una primera tubería (2) para suministrar un líquido, preferiblemente agua,
 - al menos una segunda tubería (3) para suministrar una mezcla sólido-líquido, preferiblemente una suspensión de materias fibrosas, de manera especialmente preferida una suspensión de fibras de papel,
 - al menos una tercera tubería, que conecta la primera y la segunda tubería (2, 3) y comprende al menos un elemento de mezcla (5), que funciona según el principio de Venturi,
 - donde el elemento de mezcla (5) presenta dos conos (7, 11) opuestos entre sí, que desembocan respectivamente con su abertura de paso pequeña en una cámara (9) que forma una cavidad con un agrandamiento repentino de la sección transversal de paso, donde la zona de la embocadura en la cámara (9) que forma una cavidad está diseñada de tal manera que la abertura de paso pequeña (12, 13) de los conos (7, 11) continúa respectivamente en una sección de conducto no cónica (8, 10) correspondiente a la superficie de la sección transversal de las aberturas de paso pequeñas (12, 13), estas secciones de tubería no cónicas (8, 10) desembocan en dicha cámara (9) entre los conos (7, 11) en los puntos del agrandamiento repentino de la sección transversal de paso, la abertura de paso grande del primer cono (7) está conectada con la primera tubería (2) a través de la tercera tubería (4) y la abertura de paso grande del segundo cono (11) está conectada con la segunda tubería (2) a través de la tercera tubería (4), la abertura de paso pequeña (12) del primer cono (7) está diseñada entre un 20 y un 40 % más pequeña que la abertura de paso pequeña (13) del segundo cono (11) y los dos conos (7, 11) opuestos entre sí y las secciones de conducto no cónicas están dispuestas longitudinalmente de manera axial entre sí.
 - al menos una cuarta tubería (6) para conducir un gas, preferiblemente aire, donde la cuarta tubería (6) desemboca en la cámara (9) que forma una cavidad del elemento de mezcla (5) y
 - al menos un fraccionador dispuesto aguas abajo de la segunda tubería (3) para suministrar espuma producida por flotación.
- 30 2. Dispositivo según la reivindicación 1,

5

10

15

20

25

45

50

55

60

caracterizado por el hecho de que

la tercera tubería (4) desemboca en la segunda tubería (3) en un ángulo de 90° ± 45°.

3. Dispositivo según la reivindicación 2,

35 caracterizado por el hecho de que

la tercera tubería (4) desemboca en la segunda tubería (3) en un ángulo de 45° en la dirección de corriente o de manera opuesta a la dirección de corriente de la segunda tubería.

4. Dispositivo según la reivindicación 1 a 3,

40 caracterizado por el hecho de que

el dispositivo (1) comprende otras tuberías (4) con un elemento de mezcla (5), que están dispuestas en forma de cascada y están dispuestas aguas abajo de la desembocadura de la tercera tubería (4) en la segunda tubería (3).

- 5. Método para la limpieza de mezclas sólido-líquido contaminadas, preferiblemente suspensiones de fibras contaminadas, de manera especialmente preferible suspensiones de fibras de papel contaminadas, que comprende los pasos de:
 - suministrar un líquido, preferiblemente agua, a un elemento de mezcla Venturi (5) con las características mencionadas en la reivindicación 1,
 - guiar un gas, preferiblemente aire, hacia el elemento de mezcla Venturi (5),
 - enriquecer el líquido con burbujas de gas en el elemento de mezcla Venturi (5) de tal manera que el líquido pase como un chorro de líquido a una cámara (9) dispuesta en el elemento de mezcla (5), en la que se introduce el gas,
 - suministrar el líquido enriquecido con burbujas de gas a una mezcla sólido-líquido contaminada, donde el líquido enriquecido con burbujas de gas presenta una velocidad de corriente más alta que la mezcla sólido-líquido,
 - mezclar el líquido enriquecido con burbujas de gas y la mezcla sólido-líquido, donde, a través de la
 energía cinética de las burbujas de gas, las impurezas y los contaminantes se desprenden de las materias
 sólidas de la mezcla sólido-líquido y se acumulan en las burbujas de gas, donde las burbujas de gas
 eliminan posteriormente las impurezas y los contaminantes de la mezcla sólido-líquido como una
 espuma,
 - separar la mezcla sólido-líquido y la espuma en un método de flotación posterior.
 - 6. Método según la reivindicación 5,

65 caracterizado por el hecho de que

el enriquecimiento del líquido con burbujas de gas se realiza de tal manera que el líquido enriquecido con burbujas de gas presenta una proporción de gas a líquido de 1 - 4:1, preferiblemente 1:1.

7. Método según las reivindicaciones 5 a 6,

caracterizado por el hecho de que

- 5 el líquido en la primera tubería (2) fluye a una velocidad de corriente de 1 m/s a 5 m/s.
 - 8. Método según las reivindicaciones 5 a 7,

caracterizado por el hecho de que

10

15

la mezcla sólido-líquido fluye en la segunda tubería (3) a una velocidad de flujo de < 4 m/s.

9. Método según las reivindicaciones 5 a 8,

caracterizado por el hecho de que

el líquido enriquecido con burbujas de gas fluye aguas abajo del elemento de mezcla Venturi (5) a una velocidad de corriente de 5 - 40 m/s, preferiblemente 5 - 25 m/s, de manera preferible de 9 - 25 m/s.

10. Uso de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 y un método según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9 para la limpieza de mezclas sólido-líquido contaminadas.

11

















