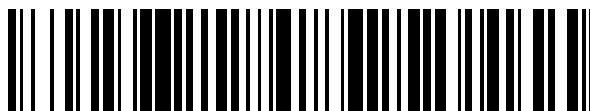


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 094**

51 Int. Cl.:

D21C 11/00 (2006.01)

D21C 11/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.07.2018** **E 18184715 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020** **EP 3431654**

54 Título: **Sistema de fragmentación y disolución de colada por ultrasonidos**

30 Prioridad:

21.07.2017 US 201762535338 P
19.07.2018 US 201816040333

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
28.08.2020

73 Titular/es:

ANDRITZ INC. (100.0%)
One Namic Place
Glens Falls, NY 12801, US

72 Inventor/es:

LEBEL, MARK

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 781 094 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

Sistema de fragmentación y disolución de colada por ultrasonidos

5 **Antecedentes de la invención****Campo técnico**

10 La presente divulgación se refiere de manera general a la obtención de pasta química y particularmente a calderas de recuperación y a depósitos de disolución usados en la industria de pasta y papel.

Técnica relacionada

15 En la industria de obtención de pasta química, los operarios de fábricas tratan material lignocelulósico o bien con ácidos fuertes o bien con bases fuertes para disociar la lignina a partir de las fibras celulósicas. Entonces, los operarios pueden separar, lavar y procesar adicionalmente las fibras celulósicas para dar pasta u otros productos basados en pasta. Los ejemplos de procedimiento químico incluyen: el procedimiento de Kraft (también conocido como "procedimiento de sulfato"), el procedimiento de sulfito, el procedimiento de obtención de pasta de sosa y el procedimiento de obtención de pasta semiquímica de sulfito.

20 Aunque los productos químicos de procesamiento para cada tipo de procedimiento químico pueden variar, con frecuencia los operarios de fábricas recuperan y reciclan estos productos químicos de procedimiento para hacer funcionar la fábrica de manera económica. Por ejemplo, en el procedimiento de Kraft, los operarios de fábricas digieren material lignocelulósico (habitualmente virutas de madera) en recipientes presurizados grandes con "lejía blanca" que comprende hidróxido de sodio (NaOH) y sulfuro de sodio (Na_2S). Durante la etapa de digestión, la lejía blanca reacciona con lignina y otros compuestos en el material lignocelulósico y adopta un color oscuro. De manera nada sorprendente, esta lejía que ha reaccionado se conoce como "lejía negra". Mientras que la lejía blanca comprende los reactivos hidróxido de sodio (NaOH) y sulfuro de sodio (Na_2S), la lejía negra contiene los productos químicos carbonato de sodio (Na_2CO_3) y sulfato de sodio (Na_2SO_4). Aunque generalmente el hidróxido de sodio (NaOH) y el sulfuro de sodio (Na_2S) son económicos, generalmente adquirir nuevas disoluciones de hidróxido de sodio (NaOH) y sulfuro de sodio (Na_2S) para mantener la producción supone un coste prohibitivo. Por este motivo, muchas fábricas de pasta química usan sistemas de recuperación químicos pirolíticos para reciclar al menos una porción del carbonato de sodio (Na_2CO_3) y sulfato de sodio (Na_2SO_4) producidos. Convertir estos productos de vuelta en los reactivos químicos comercialmente útiles, hidróxido de sodio (NaOH) y sulfuro de sodio (Na_2S), permite 35 que las fábricas funcionen de manera económica.

La nueva lejía negra procedente de un digestor químico está generalmente diluida y no es combustible. Por tanto, para preparar lejía negra para pirólisis, los operarios generalmente canalizan la lejía negra a través de depósitos de expansión u otras etapas de evaporación para concentrar las partículas sólidas en la lejía negra. Después, los operarios calientan e inyectan la lejía negra concentrada en una caldera de recuperación química. La caldera de recuperación evapora el agua restante a partir de las gotitas de lejía negra y los compuestos sólidos en la lejía negra experimentan pirólisis parcial. Los compuestos inorgánicos restantes caen al fondo del horno y se acumulan en un lecho de residuo carbonoso. Parte del carbono y el monóxido de carbono en el lecho de residuo carbonoso actúa como catalizador para convertir la mayor parte del sulfato de sodio (Na_2SO_4) en sulfuro de sodio (Na_2S). Después, el sulfuro de sodio (Na_2S) sale de la caldera de recuperación con el carbonato de sodio (Na_2CO_3) como colada líquida. 45

Esta colada fluye a través de uno o más canales de colada en el fondo de la caldera de recuperación. Refrigerante, habitualmente agua, puede enfriar los canales de colada. Los operarios normalmente recogen la lejía verde y transportan la lejía verde a una planta de caustificación para hacer reaccionar el carbonato de sodio (Na_2CO_3) con cal (CaO) para convertir el carbonato de sodio (Na_2CO_3) en hidróxido de sodio (NaOH) y de ese modo reproducir la lejía blanca. 50

A medida que la colada entra en contacto con la lejía verde en un depósito de disolución, la colada explota y emite una serie de sonidos audibles. Esto se conoce generalmente como "repiqueo" por los expertos en la industria. La colada que fluye desde el canal está normalmente a entre 750 grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$) y 820 $^{\circ}\text{C}$, mientras que la temperatura promedio de la lejía verde es de aproximadamente 70 $^{\circ}\text{C}$ a 100 $^{\circ}\text{C}$. Sin desear limitarse a la teoría, se cree que la gran diferencia de temperatura puede provocar la reactividad de la colada y lejía verde y de ese modo provocar o contribuir al repiqueo. Si se deja sin regular, un flujo de entrada repentino de colada puede provocar una explosión en el depósito de disolución y la caldera de recuperación, lo cual plantea graves riesgos de seguridad para el personal operario cercano. 60

Para gestionar cada disolución de colada y para evitar un ruido excesivo y la posibilidad de explosiones catastróficas, los depósitos de disolución convencionales generalmente perturban la colada a medida que la colada cae desde el canal. Los elementos de perturbación pueden ser uno o más chorros de fragmentación. Un chorro de fragmentación golpea la colada que cae con vapor u otro fluido de fragmentación a alta presión para crear gotitas de colada. Estas gotitas tienen de manera colectiva un área de superficie mayor que un flujo de colada no perturbado. 65

Las gotitas individuales también tienen un volumen menor que un flujo de colada no perturbado global. El área de superficie aumentada y las cantidades menores de reactivos permiten explosiones de repiqueteo que son generalmente menos intensas de lo que serían las explosiones si la colada entrara en contacto con la lejía verde como un flujo continuo, no interrumpido y no perturbado. Normalmente, el extremo del canal está elevado por encima del nivel de líquido de lejía verde y los chorros de fragmentación perturban la colada que cae a medida que la colada cae desde el extremo de canal. Normalmente las boquillas de chorros de fragmentación no pueden ajustarse de manera remota. Cuando se produce una alteración de la colada, generalmente los operarios no pueden ajustar de manera segura la velocidad de descarga de fluido de perturbación al interior del depósito de disolución.

El documento US 5.976.319 se refiere a un método y a un conjunto para perturbar el flujo a partir del canal de colada de una caldera de recuperación.

Ocasionalmente, la colada puede enfriarse prematuramente en la caldera de recuperación o el canal y reducir o eliminar la velocidad de flujo de colada. En este estado previo a la caída intensa, la colada líquida tiende a acumularse detrás de la obstrucción. Si la obstrucción se desprende, el flujo de entrada de colada repentino puede sobrepasar la capacidad del chorro de fragmentación para perturbar la colada para dar gotitas lo suficientemente pequeñas y la capacidad de un agitador para mezclar el flujo de entrada en la lejía verde de manera eficaz. Además, si la caída intensa es particularmente sustancial, la colada puede fluir sobre los lados del canal y evitar totalmente los chorros de fragmentación. En otras situaciones, un chorro de fragmentación o agitador puede fallar. En estas situaciones, el volumen aumentado de colada que entra en contacto con la lejía verde aumenta drásticamente el riesgo de explosión y la intensidad explosiva del repiqueteo.

En muchas fábricas, los operarios se mueven habitualmente en y entre los equipos de procesamiento para monitorizar las condiciones de procedimiento y la salida. Una explosión en el depósito de disolución o la caldera de recuperación supone un grave riesgo de seguridad para el personal en la proximidad inmediata, y el incendio resultante supone un grave riesgo para el personal en el resto de la fábrica. Tales explosiones también provocan que una cantidad no regulada de contaminantes entren en el aire y las aguas subterráneas e implican una pérdida de producción significativa. Las explosiones de esta escala pueden inactivar una fábrica durante semanas a meses.

Pueden observarse intentos previos para abordar este problema en el aparato y método descritos en la patente estadounidense n.º 9.206.548, titulada, "Cooled Smelt Restrictor at Cooled Smelt Spout for Disrupting Smelt Flow from the Boiler". Este aparato comprende una puerta que está configurada para restringir parcial o sustancialmente el flujo de colada en una posición cerrada. Sin embargo, este dispositivo es una solución de un solo uso que se basa en un sincronismo preciso para prevenir una explosión. Dado que es un dispositivo de un solo uso, los operarios deben apagar la caldera de recuperación y apagar o redirigir procedimientos auxiliares para sustituir un "restringidor de colada" usado. El apagado de la caldera de recuperación interrumpe la producción, con frecuencia durante días o semanas.

La patente estadounidense n.º 10.012.616, titulada, "Acoustic Emission System and Method for Predicting Explosions in a Dissolving Tank" describe un sistema configurado para medir y evaluar el repiqueteo con el fin de predecir las explosiones de colada. Aunque estos sistemas han sido generalmente eficaces en reducir las explosiones, ambos sistemas son reactivos y generalmente desencadenan una protección justo momentos antes de que pueda producirse de lo contrario una explosión. Por tanto, un fallo de uno de estos sistemas en un momento crítico puede dar como resultado las mismas explosiones que plagan a las calderas de recuperación y depósitos de disolución convencionales.

Además, la colada no disuelta puede acumularse en el suelo del depósito de disolución, lo cual puede reducir la calidad de la lejía verde y aumentar la formación de cascarilla dentro del depósito de disolución. La formación de cascarilla en la hélice del agitador primario aumenta la masa de la hélice, requiriendo por tanto que el motor gaste energía adicional para mantener una velocidad de rotación deseada y, en casos extremos, reducir el mezclado en el depósito de disolución aumentando la posibilidad de una explosión. Ninguno de los dispositivos divulgados en la patente estadounidense n.º 9.206.548 o la patente estadounidense n.º 10.012.616 abordan esta cuestión.

El documento WO-A1-2008/046959 divulga un método y un dispositivo para vaciar el suelo de una caldera de recuperación de sosa.

A partir del documento WO-A1-2012/052617, se conoce un método de procesamiento de una fracción de fibra de madera para formar una pasta de tipo gel.

Sumario de la invención

La presente invención proporciona un sistema tal como se menciona en la reivindicación 1, y un método para monitorizar y ajustar una velocidad de colada que se disuelve en un depósito de disolución tal como se menciona en la reivindicación 14.

El problema de explosiones de colada incontroladas debidas a flujos de colada pesados en un depósito de

disolución y el problema de formación de cascarilla del agitador primario en el depósito de disolución se mitigan mediante un sistema que comprende un transductor de ultrasonidos que tiene un extremo de transducción dispuesto en el depósito de disolución, en el que el transductor de ultrasonidos emite ondas de ultrasonidos por encima de 20 kilohercios ("KHz").

Sin desear limitarse a la teoría, se contempla que las ondas de ultrasonidos pueden desestabilizar una capa protectora de vapor que puede formarse alrededor de una gotita de colada en un depósito de disolución. Una fase de vapor derrumbada puede acelerar el contacto de la gotita de colada fundida con la lejía verde, acelerando así la velocidad del repiqueteo de la colada y desacelerando la velocidad de disolución de la colada en la lejía verde para un conjunto dado de condiciones de procedimiento. Sin ondas de ultrasonidos, se contempla que la fase protectora de vapor puede formar una barrera entre la gotita de colada fundida y la lejía verde, permitiendo así la posible acumulación o amalgamación de gotitas de colada en el depósito de disolución hasta niveles explosivos. Una amalgamación de este tipo anulará eficazmente la función prevista del elemento de perturbación.

Se contempla además que las ondas de ultrasonidos pueden crear un entorno energético que impide que se acumulen pirsonita ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), calcita (CaCO_3) y otros precipitados sobre los agitadores. Por consiguiente, otra realización a modo de ejemplo puede comprender colocar un transductor de ultrasonidos en un conducto de lejía verde o lejía blanca o un depósito de contención de lejía blanca para mitigar la formación de cascarilla.

En determinadas realizaciones a modo de ejemplo, pueden disponerse sensores en o alrededor del depósito de disolución para monitorizar la velocidad de flujo de colada al interior del depósito de disolución. Estos sensores pueden transducir señales a partir del depósito de disolución y transmitir dichas señales a un procesador de datos tal como un ordenador, un controlador lógico programable ("PLC"), una matriz de compuertas programable en el campo ("FPGA"), un circuito integrado específico de aplicación ("ASIC") u otro procesador. El procesador de datos puede modular la intensidad de las ondas de ultrasonidos emitidas por el transductor de ultrasonidos para adaptarse a cambios en el flujo de colada. En otras realizaciones a modo de ejemplo, el procesador de datos puede ajustar la potencia o frecuencia del transductor de ultrasonidos en respuesta a cambios en las condiciones de procedimiento. Por ejemplo, cuando los sensores detectan una condición alterada, el procesador de datos puede aumentar la intensidad o la frecuencia de las ondas de ultrasonidos emitidas hacia la colada que cae. En determinadas realizaciones a modo de ejemplo, el procesador de datos puede regular tanto la intensidad como la frecuencia de las ondas de ultrasonidos.

En todavía otras realizaciones a modo de ejemplo, el procesador de datos puede ajustar la velocidad de agitación basándose en entradas a partir de los sensores y el transductor de ultrasonidos. En todavía otras realizaciones a modo de ejemplo, el procesador de datos puede ajustar una velocidad de descarga del elemento de perturbación en respuesta a la entrada a partir de los sensores y el transductor de ultrasonidos. A modo de ejemplo, los sensores y el sistema de control pueden incluir los sensores y el sistema de control descritos en la patente estadounidense n.º 10.012.616.

En otras realizaciones a modo de ejemplo, los sensores pueden incluir, pero no se limitan a, acelerómetros, sensores de esfuerzo, sensores acústicos, sensores de temperatura, analizadores de densidad (incluyendo, por ejemplo, hidrómetros de Baumé) y analizadores químicos de densidad tales como analizadores de álcalis valorables totales ("TTA"), cámaras y combinaciones de los mismos.

En una realización a modo de ejemplo, puede usarse un transductor de ultrasonidos junto con un elemento de perturbación tal como una boquilla de chorro de fragmentación. En una realización de este tipo, se cree que el uso de un transductor de ultrasonidos junto con un chorro de fragmentación puede reducir o eliminar la cantidad de fluido de perturbación (por ejemplo, vapor) usada para perturbar la colada para dar gotitas de colada. Además, se contempla que el uso del sistema de transductor de ultrasonidos descrito en el presente documento puede agitar el líquido de disolución y facilitar la circulación y disolución de gotitas de colada en el líquido de disolución (por ejemplo lejía verde). Como resultado, puede hacerse funcionar un agitador primario (por ejemplo, un agitador de "MDT" o depósito de disolución principal) para usar menos energía para hacer circular el líquido de disolución en el depósito de disolución.

Los sistemas a modo de ejemplo descritos en el presente documento pueden aumentar adicionalmente la seguridad del personal eliminando la necesidad de que personal operativo ajuste manualmente el flujo de fluido a través de los chorros de fragmentación durante condiciones normales, alteradas o transitorias.

Breve descripción de los dibujos

Lo anterior resultará evidente a partir de la siguiente descripción más particular de realizaciones a modo de ejemplo de la divulgación, tal como se ilustra en los dibujos adjuntos en los que caracteres de referencia similares se refieren a las mismas partes a lo largo de las diferentes vistas. Los dibujos no están necesariamente a escala, poniéndose énfasis en vez de eso en ilustrar las realizaciones divulgadas.

La figura 1 es una vista lateral esquemática de un sistema de fragmentación y disolución de colada por ultrasonidos a modo de ejemplo.

La figura 2 es una representación esquemática de una gotita de colada envuelta en una fase de vapor aislante.

Descripción detallada de la invención

La siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas se presenta únicamente con fines ilustrativos y descriptivos, y no se pretende que sea exhaustiva o que limite el alcance y espíritu de la invención. Las realizaciones se seleccionaron y se describen para explicar de la mejor manera los principios de la invención y su aplicación práctica. Un experto habitual en la técnica reconocerá que pueden realizarse muchas variaciones en la invención divulgada en esta memoria descriptiva sin apartarse del alcance y espíritu de la invención.

Caracteres de referencia correspondientes indican partes correspondientes a lo largo de las diversas vistas. Aunque los dibujos representan realizaciones de diversas características y componentes según la presente divulgación, los dibujos no están necesariamente a escala y determinadas características pueden exagerarse con el fin de ilustrar mejor realizaciones de la presente divulgación, y no debe interpretarse que tales muestras a modo de ejemplo limiten el alcance de la presente divulgación de ninguna manera.

Las referencias en la memoria descriptiva a “una realización”, “realización”, “una realización a modo de ejemplo”, etc., indican que la realización descrita puede incluir una característica, estructura o rasgo característico particular, pero cada realización puede no incluir necesariamente la característica, estructura o rasgo característico particular. Además, tales frases no se refieren necesariamente a la misma realización. Además, cuando se describe una característica, estructura o rasgo característico particular en relación con una realización, se supone que está dentro del conocimiento de un experto en la técnica realizar tal característica, estructura o rasgo característico en relación con otras realizaciones, tanto si se describe explícitamente como si no.

Aunque en la siguiente descripción se usan términos específicos por motivos de claridad, se pretende que estos términos se refieran únicamente a la estructura particular de la realización seleccionada para la ilustración en los dibujos, y no se pretende que definan o limiten el alcance de la divulgación.

Las formas en singular “un”, “una” y “el/la” incluyen referentes en plural a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Debe entenderse que los valores numéricos incluyen valores numéricos que son iguales cuando se reducen al mismo número de cifras significativas y valores numéricos que difieren de los valores mencionados en menos del error experimental de la técnica de medición convencional del tipo descrito en la presente solicitud para determinar el valor.

Todos los intervalos divulgados en el presente documento incluyen el punto de extremo mencionado y pueden combinarse de manera independiente (por ejemplo, el intervalo de “desde 2 milímetros hasta 10 milímetros” incluye los puntos de extremo, 2 milímetros y 10 milímetros, y todos los valores intermedios).

Tal como se usa en el presente documento, pueden aplicarse expresiones de aproximación para modificar cualquier representación cuantitativa que pueda variar sin dar como resultado un cambio de la función básica a la que se refiere. Por consiguiente, un valor modificado por un término o términos, tales como “aproximadamente” y “sustancialmente”, puede no estar limitado a los valores precisos especificados. También debe considerarse que el modificador “aproximadamente” divulga el intervalo definido por los valores absolutos de los dos puntos de extremo. Por ejemplo, la expresión “desde aproximadamente 2 hasta aproximadamente 4” también divulga el intervalo de “desde 2 hasta 4”.

Debe observarse que muchos de los términos usados en el presente documento son términos relativos. Por ejemplo, los términos “superior” e “inferior” son relativos uno con respecto al otro en cuanto a la ubicación, es decir un componente superior está ubicado a una altura mayor que un componente inferior en una orientación dada, pero estos términos pueden cambiar si se da la vuelta al dispositivo. Los términos “entrada” y “salida” se refieren a un fluido que fluye a través de las mismas con respecto a una estructura dada, por ejemplo un fluido fluye a través de la entrada al interior de la estructura y fluye a través de la salida hacia fuera de la estructura. Los términos “aguas arriba” y “aguas abajo” se refieren al sentido en el que fluye un fluido a través de diversos componentes, es decir, el fluido fluye a través de un componente aguas arriba antes de fluir a través del componente aguas abajo.

Los términos “horizontal” y “vertical” se usan para indicar la dirección con respecto a una referencia absoluta, es decir el nivel del suelo. Sin embargo, no debe interpretarse que estos términos requieran que la estructura sea absolutamente paralela o absolutamente perpendicular entre sí. Por ejemplo, una primera estructura vertical y una segunda estructura vertical no son necesariamente paralelas entre sí. Los términos “parte superior” y “suelo” o “base” se usan para hacer referencia a ubicaciones/superficies en las que la parte superior siempre está más alta que el suelo/base con respecto a una referencia absoluta, es decir, la superficie de la Tierra. Los términos “hacia arriba” y “hacia abajo” también son con respecto a una referencia absoluta; un flujo hacia arriba siempre es contra la gravedad de la Tierra.

El término “directamente”, en el que se usa para hacer referencia a dos componentes de sistema, tales como válvulas o bombas, u otros dispositivos de control, o sensores (por ejemplo de temperatura o presión), pueden estar ubicados en el trayecto entre los dos componentes mencionados.

La figura 1 es una representación esquemática de un sistema 100 de fragmentación y disolución de colada por ultrasonidos a modo de ejemplo. La figura 1 representa una caldera 102 de recuperación que tiene un canal 105 adyacente a un depósito 135 de disolución. El canal 105 dirige un volumen de colada 110 al interior del depósito 135 de disolución. Tal como se observa en la sección que deja ver el interior, el depósito 135 de disolución contiene un líquido 130 de disolución. El líquido 130 de disolución es habitualmente lejía verde. El nivel 125 de líquido del líquido 130 de disolución está generalmente por debajo de la parte 134 superior del depósito 135 de disolución. Un agitador 140 primario accionado por un motor M agita el líquido 130 de disolución y ayuda a igualar la temperatura del líquido de disolución. El motor M puede ser un motor de accionamiento de velocidad variable. Aunque el agitador 140 primario representado en la figura 1 es una hélice 141 conectada a un árbol 142 de accionamiento, los expertos habituales en la técnica entenderán que un “agitador” es un dispositivo configurado para mover el líquido 130 de disolución a través del depósito 135 de disolución. Otros agitadores pueden incluir, por ejemplo, chorros 136 de fluido, dispositivos que provocan ondas en el líquido 130 de disolución, y otros cuerpos rotatorios.

Los agitadores 140 primarios comprenden normalmente una hélice 141 u otro implemento mecánico que se extiende al interior del líquido 130 de disolución. Los agitadores secundarios (véase 136) pueden ser chorros 136 de fluido que inyectan aire u otro fluido al interior del líquido 130 de disolución para agitar el líquido 130 de disolución. Aunque es posible usar agitadores secundarios (véase 136) simultáneamente con los agitadores 140 primarios, lo más habitualmente los operarios activan los agitadores secundarios (véase 136) cuando los agitadores 140 primarios fallan o funcionan de manera insuficiente. A medida que el volumen de colada 110 cae desde el canal 105, un elemento 115 de perturbación, por ejemplo, un “chorro de fragmentación”, dirige un fluido 117 de perturbación a presión (habitualmente en forma de vapor) hacia la colada 110 que cae. El fluido 117 de perturbación interrumpe la corriente 110 de colada continua y de ese modo crea gotitas 120 de colada. Aunque los chorros de fragmentación son tipos habituales de elementos 115 de perturbación, se entenderá que otros dispositivos que rompen o convierten en gotitas la corriente 110 de colada que cae desde el canal 105 son un “elemento 115 de perturbación”.

Después de que las gotitas 120 de colada entren en contacto con el líquido 130 de disolución, las gotitas 120 de colada emiten un repiqueteo audible y eventualmente se disuelven en el líquido 130 de disolución. En una condición alterada, la cantidad de colada sin disolver en el depósito 135 de disolución aumenta. Cuando la cantidad de colada sin disolver aumenta en el depósito 135 de disolución debido a una velocidad de flujo aumentada, la corriente 110 de colada entrante puede sobrepasar la capacidad de un elemento de perturbación para fragmentar la corriente 110 de colada para dar gotitas 120 de colada suficientemente pequeñas. Sin desear limitarse a la teoría, se cree que las enormes diferencias de temperaturas entre el volumen de colada 110 y el líquido 130 de disolución provocan que las gotitas 120 de colada exploten poco después de entrar en contacto con el líquido 130 de disolución.

Se creía que una velocidad de flujo de colada aumentada al interior del depósito 135 de disolución era la única causa de condiciones alteradas. Sin embargo, el solicitante descubrió que se forma una fase 245 de vapor (figura 2) alrededor de la gotita 220 de colada (figura 2) cuando la gotita 220 de colada tiene una temperatura en el intervalo de aproximadamente 750°C a aproximadamente 820°C y el líquido 230 de disolución (figura 2) tiene una temperatura en el intervalo de aproximadamente 70°C a aproximadamente 100°C. Esta fase 245 de vapor puede aislar la gotita 220 de colada frente al líquido 130 de disolución y de ese modo permitir que las gotitas 120, 220 de colada se acumulen y permanezcan sin disolver en el depósito 135 de disolución incluso a velocidades de flujo de colada nominales.

Para mitigar este problema, el solicitante desarrolló un sistema que comprende un transductor 150 de ultrasonidos dispuesto dentro del depósito 135 de disolución. El transductor 150 de ultrasonidos tiene un extremo 151 de transductor que dirige ondas 153 de ultrasonidos que tienen una frecuencia por encima de 20 KHz al interior del líquido 130 de disolución. El transductor 150 de ultrasonidos puede ser, a modo de ejemplo, un transductor piezoeléctrico o un transductor magnetostrictivo. Si el transductor 150 de ultrasonidos es un transductor piezoeléctrico, el cristal piezoeléctrico puede ser titanato de bario, circonato-titanato de plomo (“PZT”) u otro cristal piezoeléctrico.

En funcionamiento, un transductor 150 de ultrasonidos piezoeléctrico vibra rápidamente en sintonía con una señal eléctrica que oscila a una frecuencia de ultrasonidos. La señal eléctrica puede originarse de un suministro de alimentación u otra fuente de potencia. El movimiento resultante del transductor de ultrasonidos crea una serie de ondas de compresión (véase 153) que crean millones de huecos microscópicos en el líquido 130 de disolución. Estos “huecos” o “burbujas de cavitación” se derrumban y liberan energía significativa. Por ejemplo, una burbuja de cavitación que se derrumba puede alcanzar temperaturas por encima de 4.726,85°C y presiones por encima de 135 megapascuales (“MPa”). Para comparación, la superficie del sol tiene un promedio de aproximadamente 5.504,85°C. Los transductores 150 de ultrasonidos magnetostrictivos funcionan de manera similar al transductor 150 de ultrasonidos piezoeléctrico excepto porque se usa un campo magnético para hacer vibrar el transductor megnetostrictivo en lugar de una señal eléctrica.

Sin desear limitarse a la teoría, se cree que las ondas 153 de ultrasonidos y la cavitación resultante pueden provocar que la fase 245 de vapor se derrumbe más rápidamente que en los depósitos 135 de disolución que carecen de un transductor 150 de ultrasonidos de este tipo. Por tanto, el transductor 150 de ultrasonidos reduce el retardo de las gotitas 120 de colada que se disuelven en el líquido 130 de disolución.

La figura 1 representa varias colocaciones a modo de ejemplo de transductores 150 de ultrasonidos dispuestos en un depósito 135 de disolución. Se entenderá que diferentes realizaciones a modo de ejemplo pueden tener un subconjunto de las colocaciones de transductor 150 de ultrasonidos representadas (por ejemplo, transductores 150_a de ultrasonidos dispuestos en el suelo 138 de depósito de disolución) o una combinación de subconjuntos (por ejemplo, transductores 150_a de ultrasonidos dispuestos en el suelo 138 del depósito de disolución y transductores 150_b, 150_c de ultrasonidos dispuestos en un lado 137 del depósito 135 de disolución). Además, en otras realizaciones a modo de ejemplo, uno o más transductores 150 de ultrasonidos pueden estar enganchados al depósito 135 de disolución, por ejemplo, enganchándose al lado 137 del depósito 135 de disolución, enganchándose a la parte 134 superior del depósito 135 de disolución, o enganchándose al suelo 138 del depósito 135 de disolución.

La figura 1 muestra múltiples transductores 150_a de ultrasonidos dispuestos en el suelo 138 del depósito de disolución. La realización representada ilustra además un transductor 150_b de ultrasonidos dispuesto en el lado 137 del depósito 135 de disolución debajo del nivel 125 de líquido. Un transductor 150_c de ultrasonidos adicional está colocado en el lado 137 del depósito 135 de disolución al nivel 125 de líquido. La figura 1 también representa un transductor 150_d de ultrasonidos que se extiende desde la parte 134 superior del depósito 135 de disolución hacia abajo al interior del líquido 130 de disolución. El transductor 150_f de ultrasonidos también se extiende desde la parte 134 superior del depósito 135 de disolución, pero no se extiende al interior del líquido 130 de disolución. Los transductores 150_e de ultrasonidos tienen extremos 151_e de transductor dispuestos en el líquido 130 de disolución sustancialmente alejados del suelo 138, la parte 134 superior y los lados 137 del depósito 135 de disolución. Un transductor 150_g de ultrasonidos de conducto está dispuesto en un conducto 143 de salida en comunicación de fluido con el depósito 135 de disolución. La lejía 162 verde que sale fluye aguas abajo hasta la siguiente etapa de recaustificación, que es habitualmente un aclarador de lejía verde configurado para permitir que se separen partículas por sedimentación a partir de la lejía verde a lo largo de varias horas.

La colocación de los transductores 150 de ultrasonidos puede variar entre realizaciones a modo de ejemplo dependiendo en parte de la intensidad de ondas de ultrasonidos prevista y de la propagación prevista. La propagación depende en parte de la potencia consumida por el transductor 150 de ultrasonidos. La propagación de ondas también es una función de la densidad del líquido de disolución y de la distancia y del medio a través del cual se desplaza la onda 153 de ultrasonidos.

Por ejemplo, seleccionar un transductor 150 de ultrasonidos que tiene la potencia para transmitir las ondas 153 de ultrasonidos a través de la profundidad D del líquido 130 de disolución y colocar los transductores 150_a de ultrasonidos en el suelo 138 del depósito de disolución puede ser preferible a colocar un transductor 150_b de ultrasonidos configurado de manera similar en el lado 137 del depósito 135 de disolución. Las ondas 153 de ultrasonidos procedentes de un transductor 150_b de ultrasonidos dispuesto de manera vertical en un lado 137 del depósito 135 de disolución pueden reflejarse en la pared lateral opuesta e interferir con ondas 153 de ultrasonidos entrantes.

La fase 245 de vapor aislante se dispone de manera simétrica alrededor de cada gotita 220 de colada. Tal como representa la figura 2, la flotabilidad provoca que la mayor parte de la fase 245 de vapor se disponga por encima de una gotita 220 de colada que cae hacia abajo. La parte 221 superior de la gotita 220 de colada está generalmente más caliente que la parte 223 inferior de la gotita 220 de colada y este diferencial de temperatura contribuye adicionalmente a la distribución asimétrica de la fase de vapor. Por tanto, las ondas 153 de ultrasonidos procedentes del suelo 138 de los depósitos de disolución pueden interaccionar con la porción más delgada de la fase 245 de vapor facilitando así el derrumbamiento de la fase de vapor.

Para reducir la potencia necesaria para transmitir las ondas 153 de ultrasonidos desde el suelo 138 del depósito 135 de disolución hasta el nivel 125 de líquido, puede ser deseable colocar el extremo 151_e de transductor de un transductor 150_e de ultrasonidos debajo de las gotitas 120 de colada pero sustancialmente por encima del suelo 138 del depósito de disolución. "Sustancialmente por encima" del suelo 138 del depósito de disolución puede ser aproximadamente a medio camino desde nivel 125 de líquido, menos de un tercio de la profundidad D desde el nivel 125 de líquido, u otra distancia suficiente para permitir a las ondas 153 de ultrasonidos desplazarse desde el extremo 151_e de transductor hacia arriba hasta el nivel 125 de líquido al tiempo que se mantiene una frecuencia por encima de 20 KHz. En otras realizaciones a modo de ejemplo, un transductor 150 de ultrasonidos puede disponerse en el punto medio de la profundidad D del líquido 130 de disolución en el depósito 135 de disolución. Un transductor 150 de ultrasonidos dispuesto más cerca de las partes 223 inferiores de las gotitas 220 de colada que el suelo 138 de depósito de disolución reducirá la distancia que se desplazará la onda 153 de ultrasonidos y por tanto la potencia necesaria para generar la onda 153 de ultrasonidos.

Reduciendo el retardo entre el contacto de la gotita 120 de colada con el líquido 130 de disolución y la disolución de

las gotitas 120 de colada en condiciones de funcionamiento nominales, se contempla que los operarios de fábricas pueden ser capaces de reducir la cantidad de fluido 117 de perturbación necesaria para convertir en gotitas la corriente 110 de colada. El fluido 117 de perturbación reducido puede dar como resultado ahorros de energía al tiempo que mejora la seguridad. Por este motivo, se contempla que en determinadas realizaciones a modo de ejemplo puede omitirse un elemento 115 de perturbación.

Las ondas 153 de ultrasonidos pueden crear además un entorno energético en el depósito 135 de disolución que hace vibrar los agitadores 140 primarios, lados 137 y otros componentes de metal en el depósito 135 de disolución. Sin desear limitarse a la teoría, la vibración de estos componentes de metal puede impedir que se acumulen pirsonita ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), calcita (CaCO_3) y otros precipitados sobre los agitadores 140 primarios, lados 137 y otros componentes de metal en el depósito 135 de disolución y en el conducto 143 de salida. Para retardar la formación de cascarilla en el pasado, los operarios aumentaban la tasa de velocidad de los agitadores 140 primarios. Con la adopción de un sistema a modo de ejemplo descrito en el presente documento, se contempla que los operarios pueden ser capaces de reducir la velocidad de los agitadores 140 primarios, ahorrando así energía y costes de limpieza al tiempo que se aumenta la fiabilidad y eficacia de mezclado.

Pueden disponerse sensores 156 en o alrededor del depósito 135 de disolución para monitorizar las condiciones de flujo de colada. Los sensores 156 o el procesador 170 de datos pueden estar configurados para ajustar la intensidad de las ondas 153 de ultrasonidos basándose en la velocidad de flujo de colada al interior del depósito 135 de disolución o basándose en otras condiciones de procedimiento. Otras "condiciones de procedimiento" pueden incluir, por ejemplo, temperatura, emisiones acústicas a partir del repiqueteo y la densidad del líquido 130 de disolución.

Los sensores 156 usados en un sistema 100 de fragmentación y disolución de colada por ultrasonidos a modo de ejemplo pueden seleccionarse del grupo que consiste en: acelerómetros, sensores de esfuerzo, sensores acústicos, sensores de temperatura, cámaras y analizadores de densidad (incluyendo, por ejemplo, hidrómetros de Baumé o analizadores de TTA) o combinaciones de los mismos. El sistema 100 de fragmentación y disolución de colada por ultrasonidos puede comprender un procesador 170 de datos configurado para evaluar condiciones de procedimiento y ajustar una condición de onda del transductor 150 de ultrasonidos basándose en las condiciones de procedimiento. En determinadas realizaciones a modo de ejemplo, la condición de onda puede ser una frecuencia de onda. En otras realizaciones a modo de ejemplo, la condición de onda puede ser una intensidad de onda. En todavía otras realizaciones a modo de ejemplo, la condición de onda puede ser tanto una frecuencia de onda como una intensidad de onda (es decir, potencia transferida por unidad de área).

En determinadas realizaciones a modo de ejemplo, el procesador de datos puede seleccionarse del grupo que consiste en un ordenador, un controlador de lógica programable ("PLC"), una matriz de compuertas programable en el campo ("FPGA"), un circuito integrado específico de aplicación ("ASIC") u otro procesador.

En la realización a modo de ejemplo representada, el procesador 170 de datos está en comunicación de señal con los transductores 150 de ultrasonidos, los sensores 156, el elemento 115 de perturbación y el agitador 140 primario. La comunicación de señal puede lograrse mediante cable o de manera inalámbrica. Se contempla adicionalmente que la "comunicación de señal" puede comprender el uso de uno o más procesadores de señales intermedios (por ejemplo amplificadores, convertidores de analógico a digital, relés, filtros, etc.) configurados para modificar y/o transmitir las señales entre el procesador 170 de datos y los transductores 150 de ultrasonidos, los sensores 156, el elemento 115 de perturbación y el agitador 140 primario. Se entenderá que otros sistemas 100 de fragmentación y disolución de colada por ultrasonidos a modo de ejemplo pueden no tener un procesador 170 de datos en comunicación de señal con cada uno de los transductores 150 de ultrasonidos, los sensores 156, el elemento 115 de perturbación y el agitador 140 primario.

Aunque no se representa, se contempla que el transductor 150_f de ultrasonidos que se extiende desde la parte 134 superior del depósito 135 de disolución, los transductores 150_e de ultrasonidos suspendidos en el líquido 130 de disolución y el transductor 150_g de ultrasonidos de conducto pueden estar en comunicación de señal con el procesador 170 de datos de una manera sustancialmente similar a los otros transductores 150_a, 150_b, 150_c, 150_d de ultrasonidos representados. En otras realizaciones a modo de ejemplo, el agitador secundario (véase 136) puede estar en comunicación de señal con el procesador 170 de datos. Las combinaciones de cualquiera de las realizaciones divulgadas están dentro del alcance de esta divulgación.

Dado que se contempla que el uso de transductores 150 de ultrasonidos puede permitir que los operarios reduzcan la velocidad de perturbación y la velocidad de agitación, se contempla además que el procesador 170 de datos puede estar configurado para ajustar la velocidad de perturbación y/o agitación basándose en la salida de señal a partir de los sensores 156 y los transductores 150 de ultrasonidos. Como ejemplo de un método a modo de ejemplo, el procesador 170 de datos puede recibir una señal 173 de salida de transductor a partir de un transductor 150 de ultrasonidos y una señal 177 de salida de sensor a partir de un sensor 156. La señal 173 de salida de transductor puede indicar que los transductores 150 de ultrasonidos están emitiendo ondas 153 de ultrasonidos a la potencia máxima. La señal 177 de salida de sensor puede indicar que la densidad del líquido 130 de disolución está por encima del intervalo deseable. El procesador 170 de datos puede analizar las señales 173, 177 y enviar una señal 176 de entrada de agitador al agitador (véase 140, 136) para aumentar la velocidad de agitación. Un intervalo

deseable o "nominal" para la densidad del líquido 130 de disolución es normalmente de entre 1.100 kilogramos por metro cúbico ("kg/m³") y 1.180 kg/m³. Si el sensor 156 es un sensor de temperatura, el intervalo de temperatura deseable o "nominal" para el líquido 130 de disolución si el líquido 130 de disolución es lejía verde es de aproximadamente 70°C a 100°C.

A modo de otro ejemplo, el procesador 170 de datos puede recibir una señal 173 de salida de transductor que indica que los transductores 150 de ultrasonidos están emitiendo ondas 153 de ultrasonidos a la potencia máxima. La señal 177 de salida de sensor puede indicar que la temperatura del líquido 130 de disolución está por encima del intervalo deseable. Una señal 175 de salida de agitador puede indicar que el agitador (véase 140, 136) está funcionando a la capacidad máxima. Si el agitador es un agitador 140 primario, el agitador 140 puede estar rotando a la capacidad máxima. Si el agitador es un agitador secundario (véase 136), el agitador secundario (véase 136) que funciona a la capacidad máxima puede ser un chorro 136 de fluido que inyecta fluido en el depósito 135 de disolución a la velocidad máxima. El procesador 170 de datos puede analizar las señales 173, 175, 177 y enviar una señal 172 de entrada de elemento de perturbación al elemento 115 de perturbación para aumentar la velocidad de salida de fluido 117 de perturbación, aumentando así la velocidad de perturbación.

En otras realizaciones a modo de ejemplo, el procesador 170 de datos puede enviar una señal 174 de entrada de transductor a los transductores para ajustar la salida de potencia de los transductores, cambiar una propiedad física de las ondas 153 de ultrasonidos o ajustar de otro modo las emisiones de los transductores de ultrasonidos. En todavía otras realizaciones a modo de ejemplo, el procesador 170 de datos puede recibir una señal 171 de salida de elemento de perturbación que indica la cantidad de fluido 117 de perturbación que emite el elemento 115 de perturbación por unidad de tiempo.

El procesador 170 de datos puede estar configurado además para ajustar una velocidad de descarga a la que el fluido 117 de perturbación sale del elemento 115 de perturbación basándose en la condición de procedimiento enviando una señal 172 de entrada de elemento de perturbación al elemento 115 de perturbación. En todavía otras realizaciones a modo de ejemplo, el procesador 170 de datos está configurado además para ajustar la potencia del agitador (véase 140, 136) basándose en una condición de procedimiento enviando una señal 176 de entrada de agitador al agitador (véase 140, 136) y ajustar de ese modo la velocidad de agitación.

En determinadas realizaciones a modo de ejemplo, un método para monitorizar y ajustar una velocidad de colada que se disuelve en un depósito 135 de disolución comprende: recibir una señal 177 de salida de sensor a partir de un sensor 156, indicando la señal 177 de salida de sensor una condición de procedimiento en un momento medido, recibir una señal 173 de salida de transductor a partir de un transductor 150 de ultrasonidos, recibir una señal 175 de salida de agitador a partir de un agitador (véase 140, 136), recibir una señal 171 de salida de elemento de perturbación a partir de un elemento 115 de perturbación, y comparar la señal 177 de salida de sensor, la señal 173 de salida de transductor, la señal 175 de salida de agitador y la señal 171 de salida de elemento de perturbación con condiciones de funcionamiento aceptables previamente programadas para determinar si la colada 110 está disolviéndose a una velocidad aceptable.

Un método a modo de ejemplo comprende además enviar una señal 174 de entrada de transductor al transductor 150 para ajustar la salida de potencia del transductor 150, la intensidad o la frecuencia de la onda 153 de ultrasonidos. Un método a modo de ejemplo puede comprender además enviar una señal 176 de entrada de agitador al agitador (véase 140, 136) para ajustar la velocidad de agitación para devolver el depósito 135 de disolución a condiciones de disolución deseables. Un método a modo de ejemplo puede comprender además enviar una señal 172 de entrada de elemento de perturbación al elemento 115 de perturbación para ajustar el volumen de fluido 117 de perturbación que sale del elemento 115 de perturbación para devolver el depósito 135 de disolución a condiciones de disolución deseables. Aún otro método a modo de ejemplo puede comprender además enviar una señal 178 de entrada de sensor al sensor 156 para ajustar la sensibilidad del sensor 156.

Otro método a modo de ejemplo para monitorizar y ajustar una velocidad de colada que se disuelve en un depósito 135 de disolución comprende: recibir una señal 177 de salida de sensor a partir de un sensor 156 dispuesto dentro de un depósito 135 de disolución, indicando la señal 177 de salida de sensor una condición de procedimiento en un momento medido, recibir una señal 173 de salida de transductor a partir de un transductor 150 de ultrasonidos dispuesto en un depósito 135 de disolución que indica una salida de transductor (véase 153), comparar la señal 177 de salida de sensor con un intervalo de funcionamiento deseable programado para la condición de procedimiento, comparar la señal 173 de salida de transductor con un intervalo de funcionamiento deseable programado para el transductor, enviar una señal 174 de entrada de transductor al transductor 150 para ajustar la salida de transductor (véase 153) cuando la señal 177 de salida de sensor está fuera del intervalo de funcionamiento deseable para la condición de procedimiento.

Un método a modo de ejemplo puede comprender además: recibir una señal 175 de salida de agitador a partir de un agitador 140 primario que indica una velocidad de agitación, y enviar una señal 176 de entrada de agitador al agitador (véase 140, 136) para ajustar la velocidad de agitación cuando la salida de transductor (véase 153) está fuera del intervalo de funcionamiento deseable programado para el transductor 150.

Otro método a modo de ejemplo puede comprender además: recibir una señal 171 de salida de elemento de perturbación a partir de un elemento 115 de perturbación que indica una velocidad de perturbación, y enviar una señal 172 de entrada de elemento de perturbación al elemento 115 de perturbación para ajustar la velocidad de perturbación cuando la salida de transductor (véase 153) está fuera del intervalo de funcionamiento deseable programado para el transductor 150. Un método a modo de ejemplo adicional puede comprender pulsar los transductores 150 de ultrasonidos entre una posición activada y desactivada a lo largo de un periodo para aumentar la disolución de colada y la prevención de formación de cascarilla. Pulsar puede comprender alternar además entre una primera salida de transductor y una segunda salida de transductor en el que la primera salida de transductor y la segunda salida de transductor comprenden niveles de potencia, intensidad de onda, frecuencia de onda u otra condición de onda diferentes.

Aún un método a modo de ejemplo adicional puede comprender además: recibir una señal de salida de transductor de conducto (véase 173) a partir de un transductor 150_g de ultrasonidos de conducto dispuesto en un conducto 143 de salida que indica una salida de transductor de conducto, comparar la señal de salida de transductor de conducto (véase 173) con un intervalo de funcionamiento deseable programado para el transductor 150_g de ultrasonidos de conducto, enviar una señal de entrada de transductor de conducto (véase 174) al transductor 150_g de ultrasonidos de conducto para ajustar la salida de transductor de conducto cuando la señal 177 de salida de sensor está fuera del intervalo de funcionamiento deseable para la condición de procedimiento.

Un sistema 100 a modo de ejemplo comprende: un depósito 135 de disolución, un canal 105 adyacente al depósito 135 de disolución, en el que el canal 105 está configurado para transportar un volumen de colada 110 al interior del depósito 135 de disolución, un agitador (véase 140, 136) dispuesto en el depósito 135 de disolución, en el que el agitador (véase 140, 136) está configurado para mezclar el volumen de colada 110 en un líquido 130 de disolución en el depósito 135 de disolución, y un transductor 150 de ultrasonidos, en el que el transductor 150 de ultrasonidos está configurado para emitir ondas 153 de ultrasonidos dentro del depósito 135 de disolución a una frecuencia por encima de 20 kilohercios.

Un sistema 100 de fragmentación y disolución de colada por ultrasonidos a modo de ejemplo comprende: un depósito 135 de disolución, un canal 105 dispuesto de manera adyacente al depósito 135 de disolución, en el que el canal 105 está configurado para dirigir un volumen de colada 110 al interior del depósito 135 de disolución, un agitador (véase 140, 136) dispuesto en un lado 137 del depósito 135 de disolución, un transductor 150 de ultrasonidos, que tiene un extremo 151 de transductor configurado para emitir ondas 153 de ultrasonidos por encima de 20 kilohercios en el depósito 135 de disolución, un sensor 156 dispuesto próximo al depósito 135 de disolución, en el que el sensor 156 está configurado para medir una condición de procedimiento dentro del depósito 135 de disolución, un procesador 170 de datos configurado para recibir una señal 177 de salida de sensor a partir del sensor 156, en el que la señal 177 de salida de sensor indica la condición de procedimiento en un momento medido, en el que el procesador 170 de datos está configurado además para comparar la señal 177 de salida de sensor con un intervalo de funcionamiento deseable programado para la condición de procedimiento, y para enviar una señal 174 de entrada de transductor al transductor 150 de ultrasonidos para ajustar una salida de transductor si la señal 177 de salida de sensor está fuera del intervalo de funcionamiento deseable programado.

Aunque esta invención se ha mostrado y descrito particularmente con referencias a realizaciones a modo de ejemplo de la misma, los expertos en la técnica entenderán que pueden realizarse diversos cambios en cuanto a la forma y los detalles en las mismas sin alejarse del alcance de la invención abarcado por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema que comprende:
5 un depósito (135) de disolución;
un canal (105) dispuesto de manera adyacente por encima del depósito (135) de disolución, en el que el canal (105) está configurado para transportar un volumen de colada (110) al interior del depósito (135) de disolución;
10 un elemento (115) de perturbación configurado para perturbar el volumen de colada (110) que fluye desde el canal (105) al interior del depósito (135) de disolución;
un agitador (140) dispuesto en el depósito (135) de disolución, en el que el agitador (140) está configurado para mezclar el volumen de colada (110) en el interior de un líquido (130) de disolución en el depósito (135) de disolución; y
15 un transductor (150) de ultrasonidos, en el que el transductor (150) de ultrasonidos está configurado para emitir ondas (153) de ultrasonidos dentro del depósito (135) de disolución a una frecuencia por encima de 20 kilohercios.
20
2. Sistema según la reivindicación 1, en el que el transductor (150) de ultrasonidos está enganchado con el depósito (135) de disolución.
- 25 3. Sistema según la reivindicación 1 ó 2, en el que el transductor (150) de ultrasonidos tiene un extremo (151) de transductor que está dispuesto por debajo de un nivel de líquido del líquido (130) de disolución en el depósito (135) de disolución.
- 30 4. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además múltiples transductores (150) de ultrasonidos enganchados con el depósito (135) de disolución.
5. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además un sensor (156) y un procesador (170) de datos configurado para monitorizar y ajustar el agitador (140) o el elemento (115) de perturbación.
35
6. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:
un sensor (156) dispuesto de manera proximal con respecto al depósito (135) de disolución, en el que el sensor (156) está configurado para medir una condición de procedimiento dentro del depósito (135) de disolución; y
40 un procesador (170) de datos configurado para recibir una señal (177) de salida de sensor a partir del sensor (156), en el que la señal (177) de salida de sensor indica la condición de procedimiento en un momento medido, en el que el procesador (170) de datos está configurado además para comparar la señal (177) de salida de sensor con un intervalo de funcionamiento deseable programado para la condición de procedimiento, y para enviar una señal (174) de entrada de transductor al transductor (150) de ultrasonidos para ajustar una salida de transductor si la señal (177) de salida de sensor está fuera del intervalo de funcionamiento deseable programado.
45
- 50 7. Sistema según la reivindicación 6, en el que el procesador (170) de datos está configurado además para recibir una señal (173) de salida de transductor que indica la salida de transductor, en el que el procesador (170) de datos está configurado además para enviar una señal (176) de entrada de agitador al agitador (140) para ajustar la velocidad de agitación cuando la señal (173) de salida de transductor indica que la salida de transductor está a un máximo y cuando la señal (177) de salida de sensor indica que la condición de procedimiento está fuera del intervalo deseable programado.
55
8. Sistema según la reivindicación 6 ó 7, en el que el elemento (115) de perturbación está configurado para perturbar el volumen de colada (110) que fluye desde el canal (105) al interior del depósito (135) de disolución para así formar gotitas (120, 220) de colada, en el que un fluido (117) de perturbación sale del elemento (115) de perturbación a una velocidad de descarga de elemento de perturbación.
60
9. Sistema según la reivindicación 8, en el que el procesador (170) de datos está configurado además para recibir una señal (173) de salida de transductor que indica la salida de transductor, en el que el procesador (170) de datos está configurado además para enviar una señal (172) de entrada de elemento de perturbación al elemento (115) de perturbación para ajustar la velocidad de perturbación cuando la señal (173) de salida de transductor indica que la salida de transductor está a un máximo y cuando la señal (177)
65

de salida de sensor indica que la condición de procedimiento está fuera del intervalo deseable programado.

- 5 10. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en el que el sensor (156) se selecciona del grupo que consiste en: un acelerómetro, un sensor de esfuerzo, un sensor acústico, un sensor de temperatura, un analizador de densidad, un hidrómetro de Baumé, un analizador de álcalis valorables totales, una cámara y combinaciones de los mismos.
- 10 11. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, que comprende además múltiples sensores (156) dispuestos en el depósito (135) de disolución, en el que los múltiples sensores (156) están configurados para medir múltiples condiciones de procedimiento.
- 15 12. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11, que comprende además múltiples transductores (150) de ultrasonidos dispuestos en el depósito (135) de disolución, en el que cada transductor (150) de ultrasonidos tiene un extremo (151) de transductor configurado para emitir ondas (153) de ultrasonidos a una frecuencia por encima de 20 KHz.
- 20 13. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 12, que comprende además un conducto (143) de salida que está en comunicación de fluido con el depósito (135) de disolución, en el que un transductor (150_g) de ultrasonidos de conducto está dispuesto en el conducto, y en el que el transductor (150_g) de ultrasonidos de conducto está configurado para emitir ondas (153) de ultrasonidos a una frecuencia por encima de 20 KHz.
- 25 14. Método para monitorizar y ajustar una velocidad de colada que se disuelve en un depósito (135) de disolución que comprende:
recibir una señal (177) de salida de sensor a partir de un sensor (156) dispuesto dentro de un depósito (135) de disolución, indicando la señal (177) de salida de sensor una condición de procedimiento en un momento medido;
30 recibir una señal (173) de salida de transductor a partir de un transductor (150) de ultrasonidos dispuesto en un depósito (135) de disolución que indica una salida de transductor;
comparar la señal (177) de salida de sensor con un intervalo de funcionamiento deseable programado para la condición de procedimiento;
35 comparar la señal (173) de salida de transductor con un intervalo de funcionamiento deseable programado para el transductor;
40 enviar una señal (174) de entrada de transductor al transductor para ajustar la salida de transductor cuando la señal (177) de salida de sensor está fuera del intervalo de funcionamiento deseable para la condición de procedimiento; y
45 recibir una señal de salida de elemento de perturbación a partir de un elemento (115) de perturbación que indica una velocidad de perturbación, y enviar una señal (172) de entrada de elemento de perturbación al elemento (115) de perturbación para ajustar la velocidad de perturbación cuando la salida de transductor está fuera del intervalo de funcionamiento deseable programado para el transductor.
- 50 15. Método según la reivindicación 14, que comprende además recibir una señal de salida de agitador a partir de un agitador (140) que indica una velocidad de agitación, y enviar una señal (176) de entrada de agitador al agitador (140) para ajustar la velocidad de agitación cuando la salida de transductor está fuera del intervalo de funcionamiento deseable programado para el transductor.
- 55 16. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 14 y 15, que comprende además enviar una señal (176) de entrada de sensor al sensor (156) para ajustar una sensibilidad frente a la condición de procedimiento.
- 60 17. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, que comprende además pulsar el transductor (150) de ultrasonidos, en el que pulsar el transductor (150) de ultrasonidos comprende alternar entre una primera salida de transductor y una segunda salida de transductor en el que la primera salida de transductor y la segunda salida de transductor comprenden niveles de potencia, intensidad de onda, frecuencia de onda u otra condición de onda diferentes.
- 65 18. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 17, que comprende además: recibir una señal (173) de salida de transductor de conducto a partir de un transductor (150_g) de ultrasonidos de conducto dispuesto en un conducto (143) de salida que indica una salida de transductor de conducto, comparar la señal (173) de salida de transductor de conducto con un intervalo de funcionamiento deseable programado

para el transductor (150_g) de ultrasonidos de conducto, enviar una señal (174) de entrada de transductor de conducto al transductor (150_g) de ultrasonidos de conducto para ajustar la salida de transductor de conducto cuando la señal (177) de salida de sensor está fuera del intervalo de funcionamiento deseable para la condición de procedimiento.

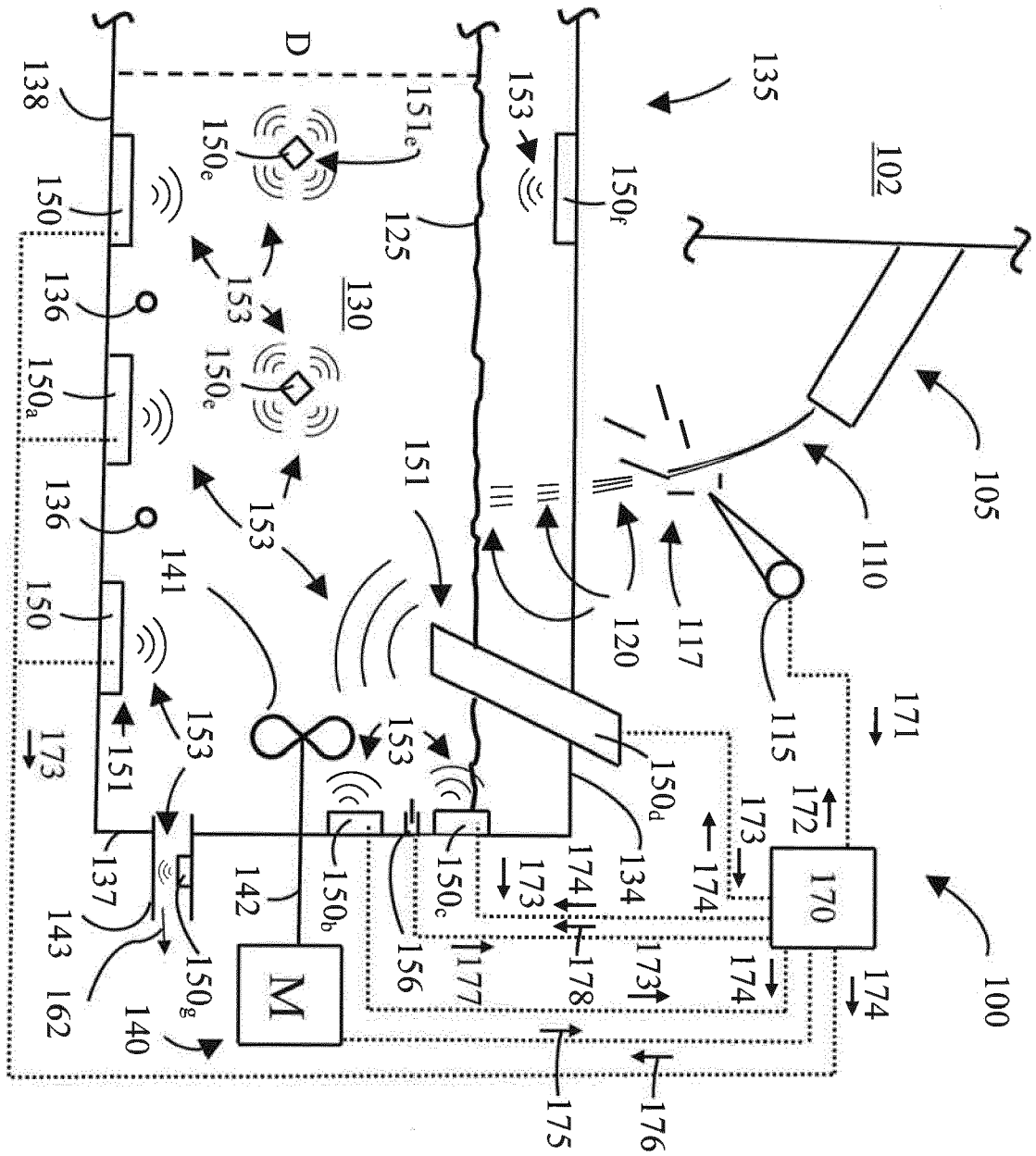


FIG. 1

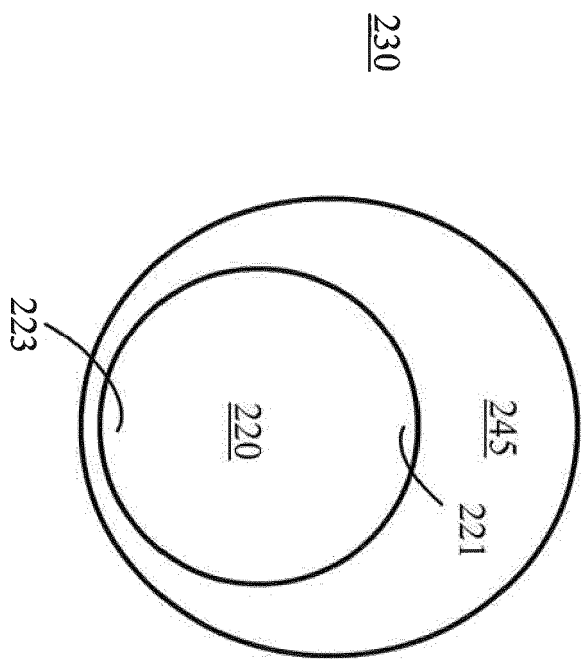


FIG. 2