

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 779 885**

51 Int. Cl.:

B01D 21/32 (2006.01)
C01F 7/06 (2006.01)
B01D 21/24 (2006.01)
B01D 21/01 (2006.01)
B01D 21/06 (2006.01)
B01D 21/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.11.2014 PCT/IB2014/002606**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015 WO15092503**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2014 E 14870988 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020 EP 3084023**

54 Título: **Procedimiento e instalación para producir trihidrato de alúmina mediante digestión alcalina de mineral de bauxita**

30 Prioridad:

20.12.2013 EP 13006035

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

20.08.2020

73 Titular/es:

**RIO TINTO ALCAN INTERNATIONAL LIMITED
(100.0%)
400-1190 Avenue des Canadiens de Montréal
Montréal, QC H3B 0E3, CA**

72 Inventor/es:

**REID, MICHAËL;
PELOQUIN, GUY;
ST-LAURENT, MATTHIEU y
RACINE, PHILIPPE**

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 779 885 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

Procedimiento e instalación para producir trihidrato de alúmina mediante digestión alcalina de mineral de bauxita

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un procedimiento para producir trihidrato de alúmina mediante digestión alcalina de mineral de bauxita, habitualmente denominado procedimiento de Bayer. Más particularmente, se refiere a mejoras de una etapa de separación para tratar una suspensión obtenida después de la digestión del mineral de bauxita, a fin de separar un licor de aluminato sódico enriquecido que comprende alúmina disuelta a partir de residuos insolubles formados de partículas de mineral de bauxita no disueltas.

La presente invención se refiere además a una instalación para producir trihidrato de alúmina mediante digestión alcalina de mineral de bauxita, y más particularmente a equipos utilizados en la etapa de separación de la instalación, tal como un sedimentador por gravedad.

Antecedentes de la invención

Los procedimientos para producir trihidrato de alúmina mediante digestión alcalina de mineral de bauxita habitualmente comprenden, entre otras etapas, una etapa de digestión, una etapa de separación y una etapa de precipitación.

La etapa de digestión es para extraer la alúmina a partir del mineral de bauxita mediante la puesta en contacto con un licor de aluminato sódico, conduciendo la digestión a la formación de una suspensión que incluye un licor enriquecido de aluminato sódico que comprende alúmina disuelta y residuos insolubles formados de partículas de mineral de bauxita no disueltas, haciendo referencia a los residuos insolubles como barro rojo.

La etapa de separación es para tratar la suspensión obtenida en la etapa de digestión, con el fin de separar el licor de aluminato sódico enriquecido de los residuos insolubles.

La etapa de precipitación, con frecuencia denominada etapa de descomposición, está destinada a tratar el licor de aluminato sódico enriquecido que se ha separado de los residuos insolubles, a fin de precipitar la alúmina en forma de trihidrato de alúmina.

El procedimiento ilustrado esquemáticamente en la figura 1 representa las etapas de procedimiento habituales para producir trihidrato de alúmina a partir de mineral de bauxita de un procedimiento de Bayer conocido.

En referencia a la figura 1, el mineral de bauxita 10 se alimenta a una etapa de trituración 12 a fin de triturar el mineral habitualmente en presencia de licor de aluminato sódico. La suspensión resultante 14 se alimenta a una etapa de desilicación 16. Tras la desilicación, una suspensión de licor desilicado 18 y mineral de bauxita se precalienta en una etapa de precalentamiento 20 y se pone en contacto con un licor de aluminato sódico que se proporciona a partir de una corriente nueva de licor de aluminato sódico no mostrada y de una corriente reciclada de licor de aluminato sódico 22. La suspensión precalentada 24 de licor de aluminato sódico y mineral de bauxita se alimenta a una etapa de digestión 26 en una cadena de digestión en la que la digestión se lleva a cabo bajo presión y a una temperatura elevada. La cadena de digestión habitualmente comprende una serie de autoclaves en la que circula la suspensión. Durante el procedimiento de digestión, se obtiene una suspensión que comprende licor de aluminato sódico enriquecido y residuos insolubles. Durante la digestión, la suspensión pasa por intercambiadores de calor no mostrados que permiten la recuperación de calor en la etapa de precalentamiento 20. La suspensión 28 que resulta de la digestión a continuación se despresuriza en una etapa 30. La suspensión despresurizada 32, que todavía incluye licor de aluminato sódico enriquecido y residuos insolubles, a continuación se envía a una etapa de separación a fin de separar el licor de aluminato sódico enriquecido respecto de los residuos insolubles. La etapa de separación típicamente incluye una etapa de decantación o sedimentación 34 en un recipiente de sedimentación por gravedad en el que los residuos insolubles se separan del licor de aluminato sódico enriquecido por gravedad. El tanque de sedimentación generalmente se encuentra bajo presión. Los residuos insolubles se eliminan del fondo del tanque de sedimentación en forma de barro rojo 36, mientras que el licor de aluminato sódico enriquecido, habitualmente denominado licor clarificado, se separa el barro rojo en una corriente de rebose 38 de dicho tanque de sedimentación. A continuación, el barro rojo 36 se lavó con agua 40 en lavadores en contracorriente 42 con el fin de recuperar aluminato sódico. El flujo de rebose 44 de un primer lavador que presenta un contenido muy elevado de aluminato sódico puede reciclarse de vuelta a la etapa de despresurización 30. Alternativamente, el flujo de rebose 44 del primer lavador puede pasarse por una etapa de filtración auxiliar 66 y la corriente de filtrado 67 obtenida durante dicha etapa de filtración a continuación puede enviarse a una etapa de precipitación 52 indicada después en la presente memoria. El barro rojo lavado 46 se envía a una zona de eliminación. La corriente de rebose 38 de licor clarificado a continuación se pasa por una etapa de filtración 48, habitualmente denominada "filtración roja" o "filtración de seguridad". Se obtiene un filtrado clarificado de licor de aluminato sódico enriquecido, con frecuencia denominado licor de aluminato supersaturado. Una corriente 50 del licor de aluminato sódico enriquecido separado de los residuos insolubles, basado

esencialmente en el filtrado obtenido de la etapa de filtración 48 se envía a etapas adicionales para recuperar la alumina en forma de alumina metalúrgica. Entre dichas etapas se incluye una etapa de precipitación y una etapa de calcinación. Generalmente, antes de la precipitación, la corriente de licor de aluminato supersaturado 50 se enfría adicionalmente para incrementar la supersaturación del aluminato sódico disuelto. La precipitación se lleva a cabo en una cadena de descomposición que incluye una serie de precipitadores 52, en los que el filtrado 50 se enfría progresivamente para precipitar el trihidrato de alumina. La precipitación generalmente incluye además una etapa de clasificación llevada a cabo en un circuito de clasificación 54. El circuito de clasificación se alimenta con una suspensión de trihidrato de alumina 53 que sale del circuito de precipitación 52. Una corriente 56 de trihidrato de alumina fino se separa en el circuito de clasificación 54 y se recicla de vuelta al circuito de precipitación 52 en forma de inóculo. Al dejar el circuito de clasificación 54, se concentra un licor empobrecido o agotado 58 mediante evaporación 60 y el licor concentrado resultante se envía de vuelta a la etapa de digestión mediante la corriente reciclada 22, mientras el trihidrato de alumina 62 producido se alimenta a una etapa de calcinación 64.

Tal como se ilustra en la figura 1, la etapa de separación sólido-líquido generalmente requiere una etapa de filtración adicional 48 para eliminar la mayoría de las partículas restantes de residuo insoluble del licor clarificado. Las partículas restantes, al ser con frecuencia finas, requieren que un aditivo de filtración o adyuvante de filtrado 68, tal como cal o aluminato tricálcico, se aplique en el filtro textil a fin de evitar bloqueos y mejorar la tasa de filtración. Lo mismo se aplica a la etapa de filtración auxiliar 66. El aluminato tricálcico se obtiene habitualmente de cal como materia prima, aunque consume además aluminato sódico y, por lo tanto, reduce la eficiencia de conversión del procedimiento de Bayer. Por lo tanto, los equipos y el funcionamiento de la etapa de filtración son bastante complejos y resultan en elevados costes de capital y operativos.

En los procedimientos de Bayer conocidos, la utilización de filtración después del recipiente sedimentador por gravedad garantiza que el licor supersaturado producido durante la etapa de separación y que debe enviarse a la etapa de precipitación, es de elevada pureza. Las impurezas que podrían arrastrarse con dicho licor hacia etapas posteriores del procedimiento de recuperación de alumina, es decir, las etapas de precipitación y calcinación, tienden a reducir la pureza de la alumina resultante y dificultan la operación de las posteriores etapas de recuperación de la alumina. Por ejemplo, la presencia de sólidos suspendidos inorgánicos en el licor supersaturado puede conducir a la contaminación de la alumina por hierro y conducir a un producto fuera de los límites de especificación para la alumina metalúrgica.

La corriente de rebose de licor clarificado que sale del recipiente sedimentador por gravedad habitualmente presenta una concentración de residuo insoluble muy fino que puede determinarse mediante medición de la turbidez que es del orden de magnitud de 100 mg/l. Lo anterior exige la utilización de una etapa de filtración a fin de garantizar que la alumina producida presenta una pureza aceptable con respecto a hierro.

La industria de refinado de alumina está centrada, y sigue centrada, en la mejora del rendimiento de la etapa de separación del procedimiento de Bayer, y más particularmente de la etapa de sedimentación de dicha etapa de separación, con el objetivo de simplificar la implementación y funcionamiento de la etapa de filtración y reducir los costes asociados. Estas mejoras con frecuencia se consiguen mediante el desarrollo de una etapa de pretratamiento anterior a la etapa de sedimentación que implica la utilización de diferentes tipos de floculantes, a diferentes dosis y/o bajo diferentes condiciones de mezcla.

La patente US nº 4.040.954 describe un procedimiento para la sedimentación de partículas suspendidas en un licor suministrado a un recipiente sedimentador, comprendiendo dicho procedimiento la utilización de agente floculante y el control de las proporciones relativas de agente floculante y licor suministrado mediante la medición de la turbidez a diferente altura en el recipiente sedimentador. Una sonda medidora de la turbidez se eleva o baja automáticamente hasta una altura del recipiente de sedimentación a fin de eliminar cualquier desplazamiento respecto al valor predeterminado de turbidez, llevando a cabo el control mediante la acción sobre el suministro de agente floculante en respuesta a cualquier cambio de altura de la sonda.

La solicitud de patente internacional nº WO 2012/003578 describe una etapa de pretratamiento para la adición de floculantes a la suspensión y para la mezcla de los floculantes y dicha suspensión a fin de obtener una suspensión floculada. La mezcla en la etapa de pretratamiento indicada se lleva a cabo en una sucesión de etapas de mezcla, mediante la selección un mayor grado de mezcla en una etapa temprana que en una etapa más tardía. Dicha etapa de pretratamiento mejora el rendimiento de la etapa de sedimentación mediante la producción de una corriente de rebose saliendo del recipiente sedimentador por gravedad que presenta una concentración más baja de partículas sólidas.

La patente US nº 4.830.507 da a conocer un procedimiento para espesar suspensiones de lechadas como parte de un procedimiento de Bayer que comprende un espesante, en el que la lechada que comprende barro rojo se separa en barro rojo y licor clarificado. A fin de reducir el contenido de sólidos de la lechada de entrada, el licor clarificado que sale del espesante puede recircularse utilizando una bomba hacia la tubería de entrada de lechada a fin de diluir la lechada. El documento da a conocer la medición de las partículas sólidas en la lechada de entrada.

La patente US nº 6.086.771 da a conocer la medición de la turbidez del líquido de rebose a fin de evaluar la mejora conseguida por diferentes floculantes poliméricos en la clarificación de licores que contienen barro rojo del

procedimiento de Bayer. Aunque existen maneras de mejorar la etapa de sedimentación por gravedad, tal como mediante la utilización de los pretratamientos de floculación anteriormente indicados, siempre se utiliza una etapa de filtración después de la etapa de sedimentación por gravedad, ya que dicha etapa de filtración actúa como red de seguridad para evitar cualesquiera pérdida de producción o contaminación del producto en el caso de que se produzcan problemas de fiabilidad en la etapa de sedimentación y/o su pretratamiento.

Existe una necesidad de mejora de la etapa de separación, mediante su simplificación y mediante la reducción de sus costes de capital y operativos relacionados, manteniendo simultáneamente la pureza de la alúmina producida y la fiabilidad de operación en un estándar aceptable.

Descripción de la invención

En el contexto de la presente invención se han realizado trabajos de investigación y desarrollo relacionados con la etapa de separación y se ha descubierto una manera de mejorar significativamente el rendimiento de la etapa de separación mediante el desarrollo de un esquema para el control de la calidad del licor clarificado y para la gestión del licor clarificado fuera de especificaciones, y mediante la combinación de dicho esquema con una etapa eficiente de pretratamiento con floculantes.

Según la presente invención, se proporciona un procedimiento para producir trihidrato de alúmina mediante digestión del mineral de bauxita, que comprende:

- una etapa de digestión para digerir dicho mineral de bauxita con un licor de aluminato sódico a fin de obtener una lechada que incluye un licor de aluminato sódico enriquecido que comprende disolver la alúmina y residuos insolubles formados de partículas de mineral de bauxita no disuelto,
- una etapa de separación para tratar dicha lechada a fin de separar el licor de aluminato sódico enriquecido respecto de los residuos insolubles, y
- una etapa de precipitación para tratar dicho licor de aluminato sódico enriquecido a fin de precipitar trihidrato de alúmina,

estando caracterizado dicho procedimiento por que incluye:

- b1) pretratar la lechada, en una etapa de pretratamiento, mediante la adición de un floculante a dicha lechada y mezclar el floculante y la lechada para obtener una lechada floculada,
- b2) sedimentar dicha lechada floculada en un recipiente sedimentador por gravedad para producir un licor clarificado y una lechada espesada de residuos insolubles,
- b3) determinar un valor medido representativo de la concentración de partículas sólidas en el licor clarificado, en una etapa de medición,
- b4) comparar el valor medido con un umbral predeterminado,
- b5) alimentar dicho licor clarificado directamente a la etapa de precipitación mientras el valor medido sea inferior a dicho umbral predeterminado, y
- b6) redirigir dicho licor clarificado a la etapa de pretratamiento b), en el caso de que el valor medido sea superior a dicho umbral predeterminado.

La digestión del mineral de bauxita asimismo puede denominarse ataque de dicho mineral de bauxita.

Preferentemente, el umbral predeterminado es de 10 mg/l. Lo anterior corresponde a un ejemplo diana de un contenido de sólidos máximo que puede permitirse en la etapa de precipitación y que respetará los estándares de impurezas para la alúmina. Dicha diana de contenido de sólidos se basa en datos experimentales y en simulaciones durante el procedimiento.

El procedimiento de la invención proporciona una etapa de separación significativamente simplificada que se lleva a cabo esencialmente mediante sedimentación por gravedad y no requiere la utilización de una etapa de filtración. El procedimiento de la invención proporciona un método para tratar el licor clarificado fuera de especificaciones que evita la producción de alúmina de pureza inaceptable y/o la aparición de incidentes durante la operación de las etapas de recuperación de alúmina que siguen a la etapa de separación.

Según un aspecto de la invención, la etapa de separación comprende, además:

- extraer una corriente de rebose del licor clarificado de una primera salida de rebose del recipiente sedimentador por gravedad para la alimentación directa a la etapa de precipitación c), mientras el valor medido sea inferior al umbral predeterminado, y

- 5
- extraer una corriente de rebose fuera de especificaciones del licor clarificado de una segunda salida de rebose de dicho recipiente sedimentador por gravedad que se redirigirá a la etapa de pretratamiento b1) en el caso de que el valor medido sea superior a dicho umbral predeterminado.

10 Disponer de dos salidas de rebose separadas implica que existen dos conductos separados: uno conectado a la etapa de precipitación y el otro conectado a la etapa de pretratamiento.

15 Preferentemente, la etapa de separación comprende además detener la extracción de la corriente de rebose de la primera salida de rebose, en el caso de que el valor medido sea superior al umbral predeterminado. Habitualmente existe una válvula en el conducto entre la primera salida de rebose y la etapa de precipitación. Dicha válvula se mantiene en la posición cerrada únicamente mientras la operación se encuentra fuera de los límites especificados, es decir, en el caso de que el valor medido sea superior al umbral predeterminado. Debido a que la duración con la válvula cerrada debe ser corta, no se dispone de tiempo para que se acumule la calcificación y la apertura de la válvula no resultará impedida por la misma.

20 Preferentemente, el licor clarificado redirigido se obtiene después de un retraso. Este retraso proporciona cierto tiempo para reaccionar antes de llevar a cabo la etapa de separación. En la realización en que se utiliza una primera y una segunda salida de rebose, estando la segunda salida de rebose más alta que la primera, dicho retraso es una función de la distancia vertical entre ambas salidas de rebose.

25 Según otro aspecto preferido de la presente invención, la redirección del licor clarificado de la etapa b6) a la etapa de pretratamiento b1) se lleva a cabo mediante un tanque de compensación. Es decir, la dirección del licor clarificado de la etapa b6) a la etapa de pretratamiento b1) puede llevarse a cabo por medios estabilizadores para acumular el licor clarificado fuera de especificaciones y para estabilizar dicho licor clarificado fuera de especificaciones a fin de evitar la precipitación de la alúmina, incluyendo habitualmente dichos medios de estabilización un tanque de compensación. El tiempo de residencia en el tanque de compensación proporciona más tiempo para llevar a cabo la etapa de separación, y más particularmente en la etapa de pretratamiento de dicha etapa de separación.

35 Preferentemente, la segunda salida de rebose se posiciona a un nivel más elevado que la primera salida de rebose, redirigiendo la corriente de rebose fuera de especificaciones a la etapa de pretratamiento b1) mediante un conducto de redirección en comunicación abierta con el tanque de compensación. No existe necesidad de una válvula en el conducto entre la segunda salida de rebose y el tanque de compensación. Por lo tanto, no existe ningún efecto perjudicial de las calcificaciones sobre el funcionamiento de las válvulas, más particularmente sobre la apertura de las válvulas, ya que no hay ninguna válvula.

40 Preferentemente, el licor clarificado se introduce en una parte inferior del tanque de compensación. La introducción del licor clarificado en la parte inferior del tanque permite evitar el enfriamiento del licor clarificado fuera de especificaciones y la precipitación de la alúmina en el tanque de compensación. Se ha encontrado que, en el caso de que se introduzca el licor clarificado fuera de especificaciones en la parte superior del tanque de compensación, tiende a enfriarse por contacto con el aire o por evaporación, facilitando de esta manera la precipitación de la alúmina en dicho tanque.

45 Preferentemente, el procedimiento comprende inyectar vapor en dicho tanque de compensación para estabilizar el licor y evitar la precipitación de la alúmina.

50 Alternativamente o en combinación, el procedimiento comprende mantener una cantidad mínima de sosa cáustica en el tanque de compensación para estabilizar el licor y evitar la precipitación de la alúmina. La cantidad mínima de sosa cáustica corresponde a una cantidad de cáustico añadida al licor clarificado fuera de especificaciones, de manera que la relación en pesos de alúmina respecto a la sosa cáustica se reduce en un valor predeterminado, por ejemplo en 0.60. La cantidad mínima de sosa cáustica evidentemente depende de su concentración.

55 La etapa de medición b3) se lleva a cabo mediante la extracción de una corriente secundaria de licor clarificado y mediante la medición continua de la turbidez de dicha corriente secundaria de licor clarificado. La medición de la turbidez se lleva a cabo habitualmente mediante la medición de la atenuación de la luz a medida que pasa por una columna de muestra del licor clarificado. La unidad utilizada para cuantificar la turbidez habitualmente es la unidad de turbidez nefelométrica, o el acrónimo correspondiente, NTU. Con frecuencia resulta necesaria una precalibración para determinar la concentración de partículas sólidas en el licor clarificado a partir del valor medido de turbidez. La corriente secundaria de licor clarificado puede tratarse para evitar la calcificación en el conducto, por ejemplo mediante la adición de cáustico o cualquier otro tipo de aditivo que pueda reducir la calcificación. La temperatura del conducto asimismo puede incrementarse a fin de evitar la precipitación de alúmina en el conducto.

Según un aspecto de la presente invención, la etapa de pretratamiento b1) comprende:

- 5 – una etapa de mezcla inicial de la lechada con por lo menos parte de los floculantes,
- una etapa final de mezcla de la lechada con los floculantes en unos medios de entrada de lechada del recipiente sedimentador por gravedad para introducir la lechada floculada resultante en dicho recipiente sedimentador por gravedad, comprendiendo dichos medios de entrada de lechada medios de mezcla, y
- 10 – seleccionar una tasa de mezcla en la etapa de mezcla inicial que es superior a la tasa de mezcla en la etapa de mezcla final.

15 El objetivo global de la etapa de pretratamiento es fomentar la formación de agregados de material sólido en la lechada que a su vez facilite la sedimentación del material sólido en la lechada floculada resultante. Un propósito de mezclar los floculantes y la lechada en la etapa de pretratamiento es incrementar la probabilidad de contacto entre los floculantes y los materiales sólidos en la lechada. Otro propósito de mezclar los floculantes y la lechada es mantener la dispersión, preferentemente una dispersión homogénea, de material sólido, incluyendo cualesquiera agregados de material sólido que se formen, en la lechada y minimizar la sedimentación de material sólido en el aparato utilizado en la etapa de pretratamiento. Otro propósito de mezclar los floculantes y la lechada es permitir que los agregados crezcan hasta un tamaño adecuado para facilitar la separación del material sólido, incluyendo agregados de material sólido, y el licor en el tanque de sedimentación.

25 Según un aspecto de la invención, la etapa de pretratamiento comprende una etapa de mezcla final de la lechada con los floculantes que se lleva a cabo en unos medios de entrada de lechada, que asimismo pueden denominarse pocillo de alimentación.

30 La tasa de mezcla pretende representar la resistencia al cizallamiento aplicada a la lechada floculada, es decir, a los floculantes, a las partículas sólidas de la lechada y a los materiales sólidos que ya han estado formando agregados de partículas sólidas con ayuda de dichos floculantes. Los agregados de material sólido asimismo se denominan flóculos. La tasa de mezcla puede determinarse mediante la medición de la velocidad de la agitación, por ejemplo mediante la medición de la velocidad del extremo del agitador giratorio.

35 Se ha encontrado que la tasa de mezcla aplicada en las diferentes etapas de mezcla presenta un impacto, no sólo sobre el contacto entre las partículas sólidas y los floculantes, sino asimismo sobre la descomposición de los agregados de material sólido. Es decir, existe una tasa óptima de mezcla. Más exactamente, existe una secuencia de diferentes tasas de mezcla que debe aplicarse en la lechada a fin de optimizar el contacto entre las partículas sólidas y los floculantes y/o para evitar la descomposición de los agregados de material sólido. En el caso de que la tasa de mezcla sea excesivamente baja, no se produce suficiente contacto entre las partículas sólidas y los floculantes. En el caso de que la tasa de mezcla sea excesivamente elevada, las partículas sólidas que ya se han aglomerado tienden a descomponerse. Mediante la selección de una tasa de mezcla en la etapa inicial de mezcla que sea superior a la tasa de mezcla en la etapa de mezcla final, inesperadamente se ha encontrado que el rendimiento de la etapa de sedimentación siguiente en el recipiente sedimentador por gravedad mejora significativamente.

45 La etapa de pretratamiento puede comprender además variar la tasa de dosificación de floculante durante el curso de la etapa. La etapa de pretratamiento puede comprender la selección de una tasa de dosificación más elevada en un estadio temprano de la etapa que en un estadio más tardío de la etapa.

50 Sin respaldo teórico, aparentemente la selección anteriormente indicada de la tasa de mezcla y la variación de tasas de dosis puede potenciar adicionalmente la probabilidad de contacto del material sólido y los floculantes en el estadio temprano de la etapa de pretratamiento y potenciar adicionalmente la formación de agregados, manteniendo simultáneamente una dispersión del material sólido, incluyendo cualesquiera agregados que puedan formarse, en la lechada floculada.

55 Se ha encontrado que una etapa de pretratamiento que comprende añadir floculante a por lo menos un tanque corriente arriba con una tasa elevada de mezcla y a un tanque corriente abajo o unos medios de entrada de lechada del sedimentador por gravedad con una tasa lenta de mezcla puede mejorar significativamente el rendimiento de la etapa de separación.

60 El impacto de dicho esquema de adición de floculante puede evaluarse considerando, por una parte, la claridad del licor clarificado producido durante la etapa de sedimentación de la suspensión floculada o su concentración de residuos insolubles, y por otra parte, la velocidad de sedimentación de la lechada floculada durante dicha etapa de separación.

65 Respecto a la claridad del licor clarificado, el licor clarificado que se obtiene en la superficie del recipiente sedimentador por gravedad presenta una concentración de residuos insolubles que es del orden de magnitud de 10 mg/l, que es mucho menor que al utilizar una etapa de pretratamiento de floculación convencional.

5 Respecto a la velocidad de sedimentación de la lechada floculada, en efecto es un parámetro importante que se debe considerar, ya que dicha velocidad de sedimentación está asociada a la eficiencia del sedimentador utilizado en la etapa de separación. El procedimiento de la invención está evidentemente destinado a la utilización en plantas a escala industrial, el pretratamiento de floculación debe operarse de una manera que maximice la velocidad de sedimentación. En particular, el método de la presente invención necesita ser compatible con la utilización de un decantador de tasa elevada en la etapa de separación de sólido/licor.

10 En consecuencia, el licor clarificado resultante presenta una cantidad significativamente reducida de partículas sólidas, de manera que no se requiere ninguna etapa de filtración y el licor clarificado podría alimentarse directamente a la etapa de precipitación.

15 Preferentemente, la etapa de mezcla inicial comprende pasar la lechada por un primer y un segundo dispositivo de mezcla.

Preferentemente, los medios de mezcla de los medios de entrada de lechada comprenden por lo menos un agitador giratorio. La velocidad en la punta del agitador puede ajustarse a un valor entre 0.3 y 0.7 m/s.

20 Preferentemente, los medios de entrada de lechada del recipiente sedimentador por gravedad presenta una abertura de lechada por la que se introduce la lechada floculada en el recipiente sedimentador por gravedad, manteniendo la velocidad de la lechada floculada introducida en el recipiente sedimentador por gravedad entre 100 y 150 m/h.

25 La velocidad de la lechada floculada introducida en el recipiente sedimentador por gravedad puede determinarse dividiendo el caudal de dicha lechada por la superficie en sección transversal de la abertura de lechada del pocillo de alimentación. El mantenimiento de la velocidad de la lechada floculada introducida en el recipiente sedimentador por gravedad en el intervalo anterior garantiza que la velocidad no es excesivamente baja para distribuir el material sólido de la lechada floculada en la mayor parte del volumen interno del recipiente sedimentador por gravedad, y no es excesivamente elevado para evitar la descomposición de los agregados de material sólido y el arrastre con el licor clarificado.

30 Según la presente invención, se proporciona una instalación para producir trihidrato de alúmina mediante digestión del mineral de bauxita, comprendiendo dicha instalación:

- 35 – medios de digestión para digerir dicho mineral de bauxita con un licor de aluminato sódico a fin de obtener una lechada,
- medios de separación para tratar dicha lechada a fin de separar el licor de aluminato sódico enriquecido respecto de los residuos insolubles, y
- 40 – medios de precipitación conectados con dichos medios de separación para tratar dicho licor de aluminato sódico enriquecido a fin de precipitar trihidrato de alúmina,

45 dichos medios de separación que comprenden medios de pretratamiento para añadir floculantes a la lechada y para mezclar dicha lechada con dichos floculantes y para obtener una lechada floculada, comprendiendo además dichos medios de separación un recipiente sedimentador por gravedad para sedimentar dicha lechada floculada y para producir un licor clarificado, estando caracterizada dicha instalación porque comprende, además:

- 50 – medios de medición para determinar un valor medido representativo de la concentración de partículas sólidas en el licor clarificado,
- medios de comparación funcionalmente conectados con los medios de medición para comparar dicho valor medido con un umbral predeterminado, y
- 55 – medios de redirección funcionalmente conectados con los medios de comparación, para dirigir el licor clarificado a un conducto de alimentación (155) de los medios de precipitación (153) conectados directamente con el recipiente sedimentador por gravedad para alimentar dicho licor clarificado directamente a los medios de precipitación mientras el valor medido es inferior a dicho umbral predeterminado, y para redirigir el licor clarificado a los medios de pretratamiento, en el caso de que el valor medido sea superior a un umbral predeterminado.
- 60

65 Los medios de pretratamiento habitualmente se conectan con los medios de digestión para añadir floculantes a la lechada producida por los medios de digestión y para mezclar dicha lechada con dichos floculantes. El recipiente sedimentador por gravedad habitualmente se conecta con los medios de pretratamiento para sedimentar la lechada floculada producida mediante los medios de pretratamiento. Los medios de separación, que incluyen los medios de

pretratamiento y el sedimentador por gravedad, habitualmente se conectan con los medios de digestión para tratar la lechada producida por los medios de digestión.

5 Conectado se refiere a conectado directamente o conectado indirectamente. Por ejemplo, los medios de separación o los medios de pretratamiento de dichos medios de separación pueden conectarse indirectamente con los medios de digestión mediante una etapa de despresurización.

10 Según la presente invención, la instalación preferentemente comprende un conducto de alimentación de los medios de precipitación conectados directamente con el recipiente sedimentador por gravedad para alimentar dicho licor clarificado directamente a los medios de precipitación, mientras el valor medido sea inferior a dicho umbral predeterminado.

15 Preferentemente, el recipiente sedimentador por gravedad comprende una primera salida de rebose conectado con el conducto de alimentación de los medios de precipitación para extraer una corriente de rebose del licor clarificado, mientras el valor medido sea inferior al umbral predeterminado, incluyendo los medios de redirección una segunda salida de rebose del recipiente sedimentador por gravedad conectado con los medios de pretratamiento para extraer una corriente de rebose fuera de especificaciones del licor clarificado en el caso de que el valor medido sea superior a dicho umbral predeterminado.

20 Preferentemente, los medios de redirección incluyen una válvula de aislamiento dispuesta en el conducto de alimentación de los medios de precipitación, entre la primera salida de rebose y dichos medios de precipitación, accionando dicha válvula de aislamiento en una posición cerrada en el caso de que el valor medido sea superior al umbral predeterminado.

25 Preferentemente, la segunda salida de rebose se posiciona en un nivel más elevado que la primera salida de rebose.

30 En una forma de realización de la presente invención, los medios de redirección comprenden un tanque de compensación en el conducto de redirección a los medios de pretratamiento. Preferentemente, el conducto de redirección, entre la segunda salida de rebose y el tanque de compensación se encuentra en comunicación abierta. El tanque de compensación puede comprender medios de inyección de vapor para estabilizar el vapor y evitar la precipitación de la alúmina. Alternativamente, el tanque de compensación puede comprender unos medios para mantener una cantidad predeterminada de sosa cáustica en el tanque de compensación a fin de estabilizar el licor y evitar la precipitación de la alúmina.

35 Preferentemente, los medios de medición comprenden una sonda de turbidez. La sonda de turbidez puede montarse en un conducto secundario conectado con el conducto de alimentación de los medios de precipitación para extraer una corriente secundaria de licor clarificado. La corriente secundaria de licor clarificado o cualquier conducto en la que se monte la sonda de turbidez puede seguirse para incrementar la temperatura del licor clarificado a fin de evitar la precipitación de la alúmina en el conducto.

45 Según una forma de realización preferida, los medios de pretratamiento comprenden medios de mezcla inicial conectados con los medios de digestión para añadir floculantes y mezclar dichos floculantes con la lechada, y unos medios de entrada de lechada montados en el recipiente sedimentador por gravedad y conectados con los medios de mezcla inicial, para introducir en el recipiente sedimentador por gravedad la lechada floculada resultante, comprendiendo dichos medios de entrada de lechada, medios de mezcla, siendo la tasa de mezcla en los medios de mezcla inicial más elevada que la tasa de mezcla en los medios de entrada de lechada. Tal como se ha indicado anteriormente, los medios de entrada de lechada asimismo pueden denominarse pocillo de alimentación.

50 Preferentemente, el dispositivo de mezcla inicial comprende un primer y un segundo dispositivo de mezcla. El dispositivo o dispositivos de mezcla que forman los medios de mezcla inicial pueden ser un mezclador en línea o preferentemente un tanque de mezcla.

55 Preferentemente, los medios de mezcla de los medios de entrada de lechada comprenden por lo menos un agitador giratorio. Por lo menos un, preferentemente todos los agitadores giratorios pueden ser agitadores de tipo paleta.

60 Preferentemente, los medios de entrada de lechada comprenden una pared cilíndrica vertical, operando los medios de mezcla de dichos medios de entrada de lechada en una superficie circular con un diámetro que es 0.4 a 0.8, por ejemplo 0.6 veces el diámetro de dicha pared cilíndrica vertical. Lo anterior permite optimizar el contacto entre floculantes y materiales sólidos dentro de los medios de entrada de lechada.

65 Preferentemente, los medios de entrada de lechada comprenden una tubería de alimentación de lechada dispuesta de manera que la lechada se alimenta tangencialmente en los medios de entrada de lechada. Lo anterior permite decelerar la velocidad de la lechada floculada más gradualmente a lo largo de la pared lateral de los medios de entrada de lechada, limitando de esta manera la descomposición de los agregados de material sólido.

Según una forma de realización de la presente invención, los medios de mezcla de los medios de entrada de lechada comprenden dos agitadores giratorios. Lo anterior está destinado a garantizar que la mayor parte del volumen interno de los medios de entrada de lechada se encuentren bajo agitación. Los dos agitadores giratorios pueden disponerse más bajos y más altos, respectivamente, en relación a la tubería de alimentación de lechada. Lo anterior es para garantizar que la lechada floculada se alimenta en una región bajo agitación de los medios de entrada de lechada.

Preferentemente, los medios de entrada de lechada del recipiente sedimentador por gravedad presenta una abertura de lechada por la que se introduce la lechada floculada en el recipiente sedimentador por gravedad, estando dispuesta dicha abertura de lechada en el fondo de dichos medios de entrada de lechada. Lo anterior está destinado a garantizar que las partículas sólidas de la lechada floculada alimentados en los medios de entrada de lechada no se acumulen en el fondo de dichos medios de entrada de lechada. Ello evita cualquier operación de limpieza o descalcificación.

Según una forma de realización preferida de la presente invención, el recipiente sedimentador por gravedad presenta un rastrillo giratorio u oscilante en torno a un eje principal que es sustancialmente vertical, desplazando la abertura de lechada lateralmente respecto a dicho eje principal del rastrillo. Sustancialmente vertical se refiere a que el eje principal del rastrillo presenta un ángulo con la dirección vertical dentro de un intervalo de más o menos 5 grados. El eje vertical del rastrillo preferentemente se alinea concéntricamente con la salida para la lechada espesada, estando tanto el eje como la salida en el centro del tanque. La expresión "desplazado lateralmente" se refiere a que el eje vertical del rastrillo (o una extensión hacia arriba del mismo) no pasa por la abertura de lechada a medida que la abertura se desplaza horizontalmente, lateralmente respecto al eje. La abertura de lechada normalmente se abre sustancialmente hacia abajo, estando orientada de esta manera hacia el fondo del tanque. Los medios de entrada de lechada asimismo pueden denominarse pocillo de alimentación. Más exactamente, es un pocillo de alimentación orientado verticalmente con una abertura de lechada en el fondo del pocillo de alimentación que crea un flujo de lechada hacia el interior de la masa de lechada en el tanque. La posición de los medios de inserción en relación al eje generalmente vertical del rastrillo implica que podría denominarse pocillo de alimentación descentrado. La abertura de lechada en este caso preferentemente presenta un centro situado a una distancia del centro del tanque de por lo menos 5% y más preferentemente de por lo menos 10% de la distancia entre el centro y las paredes laterales del tanque. De hecho, la abertura de lechada puede situarse 50% o más de la distancia entre el centro del tanque y las paredes laterales, y en efecto puede situarse inmediatamente contigua a las paredes laterales del tanque.

Preferentemente, los medios de entrada de lechada se configuran para evitar la acumulación de sólidos de la lechada fresca inmediatamente corriente arriba de la abertura de lechada. Los medios de entrada de lechada presentan una superficie en sección transversal, transversalmente al flujo de lechada inmediatamente corriente arriba de la abertura de lechada, y ventajosamente la abertura de lechada presenta una superficie en sección transversal que presenta un tamaño de por lo menos 80% la superficie en sección transversal del pocillo de alimentación inmediatamente corriente arriba de la abertura de lechada. Idealmente, la abertura de lechada presenta el mismo tamaño (superficie) que la sección transversal de los medios de entrada de lechada inmediatamente corriente arriba de la abertura de lechada, o no es significativamente más pequeña. Lo anterior evita o impide la acumulación sustancial de sólidos de la lechada fresca en el pocillo de alimentación inmediatamente corriente arriba de la abertura de lechada, ya que la lechada fresca no queda indebidamente quiescente dentro del pocillo de alimentación. La acumulación de sólidos de la lechada fresca inmediatamente corriente arriba de la abertura en los medios de entrada de lechada puede evitarse mediante el mantenimiento de una tasa convenientemente elevada de lechada fresca en todos los medios de entrada de lechada y la abertura de lechada para evitar la sedimentación de sólidos.

La posición del pocillo de alimentación en relación al sedimentador por gravedad evita la acumulación de partículas sólidas y el bloqueo del flujo inferior de material espesado. Además, dicho pocillo de alimentación descentrado en combinación con la utilización de medios de mezcla en dicho pocillo de alimentación descentrado permite la operación de condiciones de mezcla diferentes, respectivamente, en el pocillo de alimentación y en el recipiente sedimentador por gravedad. Por ejemplo, en el caso de que los medios de mezcla del pocillo de alimentación comprendan uno o más agitadores giratorios montados en el mismo eje giratorio, la configuración descentrada del pocillo de alimentación permite fijar la velocidad de rotación del agitador o agitadores en un valor diferente al de la velocidad del rastrillo en el recipiente sedimentador por gravedad. En general, la velocidad de rotación del agitador del pocillo de alimentación es superior a la del rastrillo dentro del recipiente sedimentador por gravedad.

Según una forma de realización de la presente invención, los medios de mezcla de los medios de entrada de lechada pueden comprender una rotación u oscilación del agitador en torno a un eje de dicho agitador que es sustancialmente vertical y lateralmente desplazada respecto al eje principal del rastrillo. Sustancialmente vertical se refiere a que el eje del agitador presenta un ángulo con la dirección vertical dentro de un intervalo de más o menos 5 grados.

El sedimentador puede proporcionarse con más de un medio de entrada de lechada, la totalidad de los cuales presenta aberturas de lechada desplazadas lateralmente respecto al eje vertical del rastrillo.

Breve descripción de los dibujos

5 La invención se describe a continuación con figuras que ilustran, aunque sin limitación, unas formas de realización del dispositivo y método de la invención.

La figura 1 es un diagrama que ilustra un procedimiento de Bayer según la técnica anterior.

10 La figura 2 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un procedimiento de Bayer según la presente invención.

La figura 3 representa un ejemplo de la etapa de separación de un procedimiento de Bayer según la presente invención.

15 La figura 4 representa una sección del procedimiento de Bayer según una forma de realización de la presente invención, más exactamente parte de los equipos de una instalación desde la etapa de despresurización hasta la etapa de precipitación.

20 La figura 5 representa la misma sección del procedimiento de Bayer según otra forma de realización de la presente invención.

La figura 6 representa una sección transversal vertical que muestra un ejemplo de recipiente sedimentador por gravedad que puede utilizarse en el procedimiento de la presente invención.

Descripción de las formas de realización

25 Las etapas principales del procedimiento de Bayer conocido se han presentado en la sección anterior, titulada "Antecedentes de la invención", en referencia a la figura 1. Se utilizan los mismos números de referencia en los párrafos siguientes, al hacer referencia a la etapa de procedimiento o equipo relacionado que se ha ilustrado en la figura 1.

30 El procedimiento según la invención representado en la figura 2 incluye una etapa de trituración 12, una etapa de desilicación 16, una etapa de precalentamiento 20, una etapa de digestión 26 y una etapa de despresurización 30 que son similares a las etapas del procedimiento de Bayer conocido que se representa en la figura 1. La lechada despresurizada 32 que resulta de las etapas de digestión 26 y despresurización 30 a continuación se envía a una etapa de separación 70 que es diferente de la etapa de separación 34, 48 del procedimiento de Bayer conocido que se representa en la figura 1. El licor de aluminato sódico enriquecido 50 que se separa de los residuos insolubles 36 durante la etapa de separación 70 a continuación se envía a una etapa de precipitación 52, 54 y a una etapa de calcinación 64 que nuevamente son similares a las del procedimiento de Bayer conocido que se representa en la figura 1. De manera similar al procedimiento representado en la figura 1, los residuos insolubles 36 obtenidos durante la etapa de separación 70 se lavan con agua 40 en lavadores en contracorriente 42 con el fin de recuperar aluminato sódico. El flujo de rebose 44 del primer lavado pasa por la etapa de filtración auxiliar 66, en la que el filtrado 67 obtenido durante la etapa de filtración 66 se envía a la etapa de precipitación 52. La etapa de separación 70 del procedimiento ilustrado en la figura 2 se lleva a cabo esencialmente mediante sedimentación de la lechada en un recipiente sedimentador por gravedad y no requiere la utilización de una etapa de filtración antes de la etapa de precipitación 52, 54. Gracias a un pretratamiento de la lechada antes de la sedimentación del mismo, el licor clarificado que se obtiene en la superficie del recipiente sedimentador por gravedad presenta una concentración de residuos insolubles que es del orden de magnitud de 10 mg/l. Dicho pretratamiento de la lechada en combinación con un esquema de control específico basado en la medición continua de la turbidez del licor clarificado permite alimentar una corriente 50 de dicho licor clarificado directamente a la etapa de precipitación, manteniendo simultáneamente la pureza de la alúmina producida y la fiabilidad de etapas posteriores del procedimiento de recuperación de alúmina.

35 Tal como se ha mencionado anteriormente, el procedimiento según la invención representado en la figura 2 no incluye una etapa de filtración después de la etapa de sedimentación. Sin embargo, un procedimiento según la invención todavía podría incluir una etapa de filtración después de la etapa de sedimentación, en caso de disponer de medios para evitar dicha etapa de filtración en el funcionamiento normal. Éste es el caso de las instalaciones existentes que han sido retroadaptadas para operar según el procedimiento de la invención.

40 En cualquier caso, la invención no puede interpretarse como la mera eliminación de la etapa de filtración entre el flujo de rebose del sedimentador y la precipitación. El procedimiento de la invención proporciona además medios de pretratamiento para evitar la sedimentación eficiente en combinación con medios específicos para tratar el licor clarificado fuera de especificaciones, evitando de esta manera la transferencia de la etapa de precipitación de alúmina con una pureza inaceptable.

65 A continuación, en referencia a la figura 3, la etapa de separación 70 incluye:

- pretratar la lechada, en una etapa de pretratamiento 81, mediante la adición de un floculante a dicha lechada y mezclar el floculante y la lechada para obtener una lechada floculada,
- 5 – sedimentar 83 dicha lechada floculada en un recipiente sedimentador por gravedad para producir un licor clarificado y una lechada espesada de residuos insolubles,
- determinar un valor medido representativo de la concentración de partículas sólidas en el licor clarificado, en una etapa de medición 85, y
- 10 – comparar 87 el valor medido con un umbral predeterminado.

Aunque el valor medido es inferior a dicho umbral predeterminado, la etapa de separación 70 incluye:

- 15 – extraer 89 una corriente de rebose del licor clarificado de una primera salida de rebose del recipiente sedimentador por gravedad, y
- alimentar 91 dicho licor clarificado directamente a la etapa de precipitación 52.

En el caso de que el valor medido sea superior a dicho umbral predeterminado, la etapa de separación 70 incluye:

- 20 – detener 93 la extracción de la corriente de rebose de la primera salida de rebose,
- extraer 95 una corriente de rebose fuera de especificaciones del licor clarificado de una segunda salida de rebose de dicho recipiente sedimentador por gravedad, y
- 25 – redirigir 97 dicho licor clarificado a la etapa de pretratamiento 81.

La figura 4 y la figura 5 ilustran dos formas de realización del método e instalación según la invención. El procedimiento ilustrado se centra en la etapa de separación del procedimiento de Bayer, más exactamente entre la etapa de despresurización y la etapa de precipitación del procedimiento de Bayer.

En referencia a la figura 4 y a la figura 5, una corriente de una lechada 101 procedente de la etapa de digestión se enfría muy rápidamente a la temperatura y presión ambientales en una serie de tanques de venteo. Para simplificar el diagrama, sólo el último tanque de venteo 103 de la etapa de despresurización se ha representado con su salida de vapor 105. La lechada despresurizada 107, que comprende un licor de aluminato sódico enriquecido de alúmina disuelta y residuos insolubles formados de partículas de mineral de bauxita no disuelto, se bombea utilizando una bomba 109 a una etapa de pretratamiento, en donde se trata mediante la adición de un floculante y mediante la mezcla de los floculantes y dicha lechada.

La etapa de pretratamiento comprende una etapa de mezcla inicial con una primera parte de los floculantes que comprende pasar la lechada por un primer tanque de mezcla 111 y un segundo tanque de mezcla 113. La primera parte de los floculantes se añade mediante un primer conducto de alimentación de floculantes 115 al conducto entre la bomba 109 y el primer tanque de mezcla 111, y mediante un segundo conducto de alimentación de floculantes 117 al conducto entre dicho primer tanque de mezcla 111 y el segundo tanque de mezcla 113. Los floculantes pueden ser cualquier floculante adecuado, tal como un poliacrilato o un hidroxamato. La disposición es tal que resulta posible modificar la tasa de dosis del floculante, según los requisitos del procedimiento. Los primer y segundo tanques de mezcla 111, 113 están ambos equipados con un agitador giratorio, respectivamente 121, 123. Los agitadores giratorios 121, 123 pueden presentar velocidades variables que posibilitan la rotación de los agitadores a diferentes tasas en cada tanque según los requisitos del procedimiento. El primer y segundo tanques de mezcla 111, 113 de la etapa de pretratamiento están dispuestos en serie, con la entrada de la lechada del procedimiento en las secciones superiores de dichos tanques y la salida del licor del procedimiento en secciones inferiores de dichos tanques. La lechada fluye en serie por los tanques de mezcla 111, 113 de manera que el 100% de la lechada fluye por cada uno de los tanques.

La etapa de pretratamiento se lleva a cabo con el fin de obtener una lechada floculada que a continuación se introduce en un recipiente sedimentador por gravedad 125, permitiendo la floculación de la lechada un mejor rendimiento de sedimentación en el recipiente sedimentador por gravedad.

La etapa de pretratamiento comprende además una etapa de mezcla adicional, en adelante denominada etapa de mezcla final, para la mezcla de la lechada con los floculantes, teniendo lugar dicha etapa de mezcla final en unos medios de entrada de lechada del recipiente sedimentador por gravedad 125 denominados convencionalmente pocillo de alimentación 127. Una segunda parte de los floculantes se añade mediante otro conducto de alimentación de floculantes 129 a un conducto entre el segundo tanque de mezcla 113 y el pocillo de alimentación 127. Nuevamente, resulta posible modificar la tasa de dosis del floculante añadido mediante el conducto 129 según los requisitos del procedimiento.

Un pocillo de alimentación utilizado para introducir la lechada floculada resultante en dicho recipiente sedimentador por gravedad. Según un aspecto de la invención, el pocillo de alimentación 127 se utiliza para mezclar adicionalmente los floculantes con la lechada y, por lo tanto, comprende medios de mezcla, tales como un agitador giratorio. Más exactamente, los medios de mezcla del pocillo de alimentación 127 comprenden dos agitadores giratorios 131 montados en el mismo eje, para garantizar que se ha agitado la mayor parte del volumen interno de dicho pocillo de alimentación. Los agitadores giratorios 131 pueden presentar velocidades variables. Los dos agitadores giratorios 131 se disponen respectivamente más bajos y más altos en relación a una tubería de alimentación de lechada 133 para garantizar que la lechada floculada se alimenta en una región bajo agitación del pocillo de alimentación.

Se ha descubierto que la mezcla de los floculantes con la lechada inmediatamente antes de la etapa de sedimentación en el recipiente sedimentador 125 mejora significativamente el rendimiento de la etapa de separación. El rendimiento de la etapa de separación mejora todavía más en el caso de que la tasa de mezcla en el primer y segundo tanques de mezcla 111, 113 sea superior a la tasa de mezcla en el pocillo de alimentación 127. Es decir, la reducción de la tasa de mezcla en la etapa de mezcla final y que presenta dicha etapa de mezcla final inmediatamente antes de la etapa de sedimentación de la lechada floculada resultante permite obtener un licor clarificado que presenta una cantidad reducida de partículas sólidas en la lechada, por ejemplo inferior a 10 mg/l.

La velocidad en la punta de los agitadores giratorios 131 puede ajustarse a un valor entre 0.3 y 0.7 m/s. El pocillo de alimentación 127 presenta una abertura de lechada 135 por la que se introduce la lechada floculada en el recipiente sedimentador por gravedad. La abertura de lechada 135 se dispone en el fondo del pocillo de alimentación 127 para evitar la acumulación en el fondo de dicho pocillo de alimentación. La velocidad de la lechada floculada introducida en el recipiente sedimentador por gravedad se mantiene entre 100 y 150 m/h para distribuir los materiales sólidos en la mayor parte del volumen interno del recipiente sedimentador por gravedad 125 y para evitar la descomposición de los materiales sólidos agregados.

El pocillo de alimentación comprende una pared cilíndrica vertical 137, operando el agitador giratorio en una superficie circular con un diámetro que es aproximadamente 0.6 veces el diámetro de dicha pared cilíndrica vertical. La tubería de alimentación de lechada 133 se dispone de manera que la lechada se alimente tangencialmente en los medios de entrada de lechada. El recipiente sedimentador por gravedad 125 presenta un rastrillo 141, estando la abertura de lechada 135 desplazada lateralmente respecto al eje principal del rastrillo. Dicha configuración implica que el eje de los agitadores 131 del pocillo de alimentación 127 es diferente del eje del rastrillo 141, permitiendo que la velocidad de rotación de los agitadores de pocillo de alimentación 131 sea diferente al del rastrillo 141.

Los componentes sólidos y de licor de la lechada floculada se separan en el recipiente sedimentador por gravedad 125 para producir un licor clarificado en el tope de dicho recipiente y una lechada espesada en el fondo de dicho recipiente.

El recipiente sedimentador por gravedad se proporciona con una primera salida de rebose 151 que está conectada a los medios de precipitación 153 mediante un conducto 155. Se dispone una sonda de turbidez 157 en el conducto 155 para determinar un valor medido de turbidez de una corriente secundaria 159 del licor clarificado. El conducto 155 asimismo está provisto de una válvula de aislamiento 161. La válvula de aislamiento 161 se conecta funcionalmente a la sonda de turbidez mediante medios de control de procedimiento 163 que incluyen medios para comparar el valor medido con un umbral predeterminado que preferentemente corresponde a un contenido de material sólido en el licor clarificado de 10 mg/l.

El recipiente sedimentador por gravedad se proporciona con una segunda salida de rebose 171 que está conectada a la etapa de pretratamiento. La segunda salida de rebose 171 se encuentra en comunicación directa con un tanque de compensación 175 mediante un conducto de redirección 173. La expresión comunicación directa se refiere a que no existen medios que puedan detener el flujo en dicho conducto. La segunda salida de rebose 171 se posiciona en un nivel más elevado que la primera salida de rebose 151.

En el funcionamiento normal, es decir, mientras el valor medido de turbidez sea inferior al umbral predeterminado, se extrae una corriente de rebose del licor clarificado a partir de una primera salida de rebose 151 y se alimenta directamente a los medios de precipitación 153 mediante el conducto 155. Los medios de control de procedimiento 163 mantienen abierta la válvula de aislamiento 163, mientras el valor medido sea inferior al umbral predeterminado.

Durante un funcionamiento anormal, es decir, en el caso de que el valor medido sea superior al umbral predeterminado, la válvula de aislamiento 163 es accionada a una posición cerrada por los medios de control de procedimiento 163, deteniendo de esta manera la extracción del flujo de rebose a partir de la primera salida de rebose 153. A continuación, el licor clarificado es naturalmente redirigido a la etapa de pretratamiento mediante la segunda salida de rebose 171 y el conducto de redirección 173 entre dicha segunda salida de rebose 171 y el tanque de compensación 175.

Debido a que la segunda salida de rebose 171 está situada en posición más elevada que la primera salida de rebose 151, no existe necesidad de disponer de una válvula en el conducto de redirección 173. Ello evita la formación de cualquier calcificación sobre una válvula, que resultaría particularmente perjudicial para el funcionamiento de apertura de la válvula. En lo que concierne a la válvula de aislamiento 161, se mantiene cerrada únicamente durante un funcionamiento anormal. Debido a que el periodo de tiempo durante el que la válvula de aislamiento 161 se mantiene cerrada habitualmente es limitado, no debería haber tiempo para que se acumule la calcificación y la apertura de la válvula de aislamiento 161 no debería resultar impedida por la presencia de calcificaciones.

En ambas formas de realización representadas en la figura 4 y figura 5, respectivamente, la redirección del licor clarificado a la etapa de pretratamiento, en la que el valor medido es superior al umbral predeterminado, se lleva a cabo mediante un tanque de compensación 175. El licor clarificado redirigido puede denominarse licor clarificado fuera de especificaciones. El tiempo de residencia en el tanque de compensación proporciona más tiempo para llevar a cabo la etapa de separación, y más particularmente en la etapa de pretratamiento de dicha etapa de separación. En ambos casos, se introduce el licor clarificado en una parte inferior del tanque de compensación 175 a fin de evitar el enfriamiento del licor clarificado fuera de especificaciones, que conduciría a una precipitación perjudicial de la alúmina en dicho tanque de compensación. En ambos casos, el licor clarificado fuera de especificaciones puede redirigirse del fondo del tanque de compensación 175 a la etapa de pretratamiento, mediante un conducto 181 provisto de una bomba 183 y a través del fondo del tanque de venteo 103 de la etapa de despresurización.

En la forma de realización de la figura 4, se inyecta vapor en el tanque de compensación mediante el inyector de vapor 185 a fin de estabilizar el licor y evitar la precipitación de la alúmina en dicho tanque de compensación.

En la forma de realización de la figura 5, se mantiene una cantidad mínima de sosa cáustica 187 en el tanque de compensación, para estabilizar el licor y evitar la precipitación de la alúmina en dicho tanque de compensación. La cantidad mínima de sosa cáustica se determina de manera que la relación en peso de alúmina a sosa cáustica se reduzca en un valor predeterminado, por ejemplo 0.60.

A continuación, en referencia a la figura 6, las características anteriormente indiciadas del sedimentador por gravedad que pueden utilizarse en el procedimiento o en la instalación de la presente invención se describen a continuación en mayor detalle, fuera del contexto del procedimiento de Bayer. En efecto, el sedimentador por gravedad representado podría utilizarse para decantar o espesar cualquier tipo de lechadas minerales. Dichos sedimentadores por gravedad con frecuencia se denominan sedimentadores por presión, clarificadores, separadores, espesadores de lechadas.

El sedimentador por gravedad 201 comprende un recipiente o tanque 203 para contener y decantar una masa de lechada para formar una lechada espesada como capa inferior y un líquido clarificado como capa superior, presentando el tanque una pared lateral 205, un fondo 207 y un tope 209, una salida 211 para la lechada espesada en el fondo del tanque, una primera salida de rebose 213 para la capa de líquido clarificado próxima al tope del tanque, y unos medios de entrada de lechada asimismo denominados pocillo de alimentación 215 próximos al tope del tanque para introducir lechada fresca en el tanque. El sedimentador por gravedad incluye un agitador central en forma de un rastrillo giratorio 217 operado por un motor 219 que presenta un eje generalmente vertical en torno al que gira u oscila el agitador. El rastrillo consiste en un eje vertical central 221 que presenta varios brazos que se extienden radialmente en ángulo hacia arriba 223 formando dientes unidos rigidamente al eje central.

La lechada habitualmente se pretrata mediante la adición de floculantes y la lechada floculada resultante se recoge dentro del tanque en una superficie superior 231 próxima al tope 209 del tanque. Los flóculos de lechada sedimentan formando una capa inferior de lechada espesada 233 y una capa superior de licor clarificado 235. A medida que rota en torno a su eje vertical central 239, el rastrillo 217 forma canales en los sólidos floculados (lechada activa), lo que permite la salida de agua hacia la superficie, facilitando de esta manera la densificación de la lechada. La lechada espesada se extrae de la salida de flujo inferior 211. La primera salida de rebose 213 está diseñada para ser operativa durante el funcionamiento normal, es decir, mientras la claridad del licor clarificado se encuentre dentro de unas especificaciones diana. Habitualmente se proporciona una válvula de aislamiento en el conducto conectado con la primera salida de rebose 213. Durante un funcionamiento anormal, es decir, en el caso de que la claridad del líquido clarificado se encuentre fuera de la especificación diana, se acciona la válvula de aislamiento a una posición cerrada.

El sedimentador por gravedad 201 comprende una segunda salida de rebose 241 que está situada en un nivel más elevado que la primera salida de rebose 213. La segunda salida de rebose 241 está diseñada para extraer una corriente de rebose fuera de especificaciones del licor clarificado en el caso de que la claridad del líquido clarificado se encuentre fuera de la especificación diana. La segunda salida de rebose 241 habitualmente está conectada con una parte corriente arriba del procedimiento en donde se utiliza el sedimentador por gravedad, tal como una etapa de pretratamiento para añadir un floculante a la lechada fresca que debe tratarse y para mezclar dicho floculante y dicha lechada fresca. Debido a que la segunda salida de rebose 241 se encuentra situada en un nivel más elevado que la primera salida de rebose 213, no hay necesidad de disponer de una válvula en el conducto conectado con la segunda salida de rebose y la segunda salida de rebose puede encontrarse en comunicación directa con la parte corriente arriba del procedimiento,

en donde se recicla el líquido clarificado fuera de especificaciones. En consecuencia, no existe ningún efecto perjudicial de las calcificaciones sobre el funcionamiento de las válvulas, más particularmente sobre la apertura de las válvulas, ya que no está dispuesta ninguna válvula.

5 El pocillo de alimentación 215 se proporciona con medios de mezcla, dos agitadores de tipo paleta giratoria 251 que se montan en el mismo eje 253. La utilización de dos o más agitadores giratorios está destinada a garantizar que la mayor parte del volumen interno de los medios de entrada de lechada se encuentra bajo agitación. El pocillo de alimentación 215 presenta una pared cilíndrica vertical 255. Los agitadores giratorios 251 se operan en una superficie celular con un diámetro es de 0.4 a 0.8, por ejemplo 0.6 veces el diámetro de la pared cilíndrica vertical 10 255. Dicha configuración permite optimizar el contacto entre floculantes y materiales sólidos dentro de los medios de entrada de lechada.

El pocillo de alimentación 215 presenta una tubería de alimentación de lechada 257 dispuesta de manera que la lechada se alimente tangencialmente en los medios de entrada de lechada. Lo anterior permite que la lechada gire en torno al interior del pocillo de alimentación y permite decelerar la velocidad de la lechada floculada más gradualmente a lo largo de la pared lateral de los medios de entrada de lechada, limitando de esta manera la descomposición de los agregados de material sólido. Minimiza además las corrientes en el tanque 205 y ayuda a mezclar lechada y floculante en el pocillo de alimentación antes de que la lechada entre en el tanque. Los dos agitadores giratorios 251 se disponen respectivamente más bajos y más altos en relación a la tubería de alimentación de lechada, garantizando que la lechada floculada se alimenta en una región bajo agitación del pocillo de alimentación 215. 15 20

El pocillo de alimentación 215 presenta una abertura de lechada 261 por la que se introduce la lechada floculada en el tanque sedimentador por gravedad, estando dispuesta dicha abertura de lechada en el fondo de dicho pocillo de alimentación. Lo anterior está destinado a garantizar que las partículas sólidas de la lechada floculada no se acumulen en el fondo del pocillo de alimentación. 25

La abertura de lechada 261 se encuentra desplazada lateralmente respecto al eje principal 221 del rastrillo 217. De esta manera, el pocillo de alimentación se encuentra lateralmente desplazado respecto al eje vertical central y el eje del rastrillo 221. Es decir, el pocillo de alimentación no es inmediatamente contiguo al eje de rastrillo central 221. La ventaja obtenida de esta manera es que reduce la tendencia de las partículas gruesas a acumularse en torno al fondo del rastrillo 217 en la zona de la salida del flujo inferior 211. Dicha configuración del pocillo de alimentación en relación al sedimentador por gravedad evita la acumulación de partículas sólidas y el bloqueo del flujo inferior de material espesado. Además, dicho pocillo de alimentación descentrado en combinación con la utilización de medios de mezcla en dicho pocillo de alimentación descentrado permite la operación de condiciones de mezcla diferentes, respectivamente, en el pocillo de alimentación y en el recipiente sedimentador por gravedad. Por ejemplo, en el caso de que los medios de mezcla del pocillo de alimentación comprendan uno o más agitadores giratorios montados en el mismo eje giratorio, la configuración descentrada del pocillo de alimentación permite fijar la velocidad de rotación del agitador o agitadores en un valor diferente al de la velocidad del rastrillo en el recipiente sedimentador por gravedad. En general, la velocidad de rotación del agitador del pocillo de alimentación es superior a la del rastrillo dentro del recipiente sedimentador por gravedad. 30 35 40

El procedimiento y la instalación de la presente invención proporciona una etapa de separación muy simplificada debido a la supresión de la etapa de filtración. La concentración de partículas sólidas de residuos insolubles en el licor clarificado, es decir, durante el funcionamiento normal, alimentada directamente a la etapa de precipitación presenta un nivel de pureza que puede mantenerse fiablemente durante el tiempo, de manera que la etapa de recuperación de alúmina que sigue a la etapa de separación puede realizarse con una perturbación muy limitada. 45

Ejemplo 1

50 Se llevaron a cabo dos series de ensayos, a fin de medir y comparar el impacto sobre la calidad de la alúmina, al eliminar la etapa de filtración 48 del procedimiento de Bayer según la técnica anterior, sustituyente de esta manera las etapas de separación 34, 48 del procedimiento de Bayer de la técnica anterior por una etapa de separación 70 según la invención.

55 Se llevó a cabo una primera serie de ensayos a fin de reproducir las condiciones de funcionamiento del procedimiento de Bayer según la técnica anterior. Se muestreó bauxita triturada y solución de aluminato sódico empobrecida a partir de una refinería de alúmina comercial.

En un primer ciclo de la primera serie de ensayos, se mezcló la bauxita muestreada y la solución junto con cal, siendo el peso de cal añadida igual a 0.1% del peso de la bauxita. A continuación, se transfirió la lechada resultante a un recipiente presurizado bajo agitación a 80°C durante 6 horas, para reproducir las condiciones de la etapa de predesilicación. A continuación, la lechada predesilicada resultante se transfirió a otro recipiente presurizado y se mantuvo a 145°C durante 45 minutos. A continuación, la lechada digerida resultante se enfrió antes de introducirlo en un cilindro con floculante en un baño termostático, reproduciendo de esta manera la etapa de clarificación. El licor clarificado recuperado a partir de dicha lechada a continuación se mezcló con aluminato tricálcico, antes de filtrarlo en un filtro de vacío para obtener un filtrado. Se añadieron inóculos de trihidrato de alúmina al filtrado y la mezcla resultante se introdujo en un baño giratorio 60 65

durante 20 horas, en el que se controló la temperatura a 60°C para reproducir una etapa de precipitación. A continuación, el trihidrato de aluminio se recuperó mediante filtración y el licor de aluminato sódico agotado resultante seguidamente se utilizó para un segundo ciclo.

- 5 En los tres ciclos siguientes de la primera serie de ensayos, se llevaron a cabo las mismas operaciones experimentales que para el primer ciclo, con una etapa inicial de mezcla de la solución de aluminato sódico agotada que se había recuperado en el ciclo anterior con otra muestra de bauxita triturada con la misma cantidad de cal.

10 Para la segunda serie de ensayos, se reprodujeron las operaciones anteriormente indicadas, con la excepción de que la lechada digerida se pretrató y se suprimió la filtración. El pretratamiento de la lechada digerida se llevó a cabo mediante la transferencia de dicha lechada digerida a un recipiente bajo agitación con un floculante y mediante la mezcla del floculante y la lechada digerida para obtener una lechada floculada. Dicho pretratamiento de la lechada digerida se llevó a cabo después del enfriamiento de dicha lechada digerida y antes de introducir la lechada en un cilindro en un baño termostático.

15 Una muestra del trihidrato de aluminio recuperado al final de cada ciclo se analizó para impurezas y se muestran los resultados en la Tabla 1. Además, se obtuvo una muestra del licor de aluminato sódico agotado al final de cada ciclo antes de la etapa de precipitación, es decir, el filtrado, y después de la etapa de precipitación, para el análisis del contenido orgánico total. Se muestran estos resultados en la tabla 2.

20

Tabla 1. Impurezas en el trihidrato de aluminio producido durante los ensayos.

	Calcio		Hierro		Sodio		Silicio	
	% p/p de CaO		% p/p de Fe ₂ O ₃		% p/p de Na ₂ O		% p/p de SiO ₂	
	Sin filtración	Con filtración	Sin filtración	Con filtración	Sin filtración	Con filtración	Sin filtración	Con filtración
Ciclo nº 1	0,007	0,013	0,009	0,016	0,370	0,370	0,012	0,012
Ciclo nº 2	0,009	0,009	0,008	0,008	0,350	0,350	0,009	0,012
Ciclo nº 3	0,007	0,009	0,008	0,011	0,360	0,350	0,011	0,010
Ciclo nº 4	0,008	0,009	0,011	0,008	0,330	0,360	0,013	0,008
Media	0,008	0,010	0,009	0,011	0,353	0,358	0,011	0,011
Desviación estándar	0,001	0,002	0,001	0,004	0,017	0,010	0,002	0,002

Tabla 2. Contenido de orgánicos totales (g/l) en el licor.

25

	Antes de la precipitación		Después de la filtración	
	Sin filtración	Con filtración	Sin filtración	Con filtración
Ciclo nº 1	0,92	0,92	0,96	0,91
Ciclo nº 2	0,94	0,90	0,95	0,97
Ciclo nº 3	0,93	0,92	0,96	0,96
Ciclo nº 4	0,91	0,95	0,98	0,98
Media	0,93	0,92	0,96	0,96
Desviación estándar	0,01	0,02	0,01	0,03

30 Los resultados muestran que no se produjo ningún impacto estadísticamente significativo sobre la calidad de la alúmina y el contenido orgánico al sustituir las etapas de separación 34, 48 del procedimiento de Bayer de la técnica anterior por una nueva etapa de separación 70. Sin embargo, se produjeron costes significativos de cal y otras materias primas, equipos y personal.

30

Ejemplo 2

35 Con el fin de someter a ensayo los medios de pretratamiento y el recipiente sedimentador por gravedad de la etapa de separación 70, se construyó una unidad piloto de separación contiguamente a una refinería comercial. La unidad piloto de separación incluía un primer tanque de mezcla y un segundo tanque de mezcla conectados en serie, presentando cada tanque de mezcla un conducto de introducción de floculante. La salida del segundo tanque de mezcla se encontraba conectada con un pocillo de alimentación descentrado bajo agitación de un recipiente sedimentador por gravedad. Se extrajo una corriente de lechada de la etapa de despresurización 30 de la refinería y se alimentó a la unidad piloto de separación.

40

45 En un primer ensayo, únicamente se añadió un floculante a base de hidroxamato por el pocillo de alimentación del recipiente sedimentador por gravedad, sin ninguna agitación en el pocillo de alimentación. La cantidad de floculante añadida a la lechada alimentada a la unidad piloto de separación fue de 100 g/l de material sólido. Se extrajo una corriente de rebose del recipiente sedimentador por gravedad y la claridad medida de dicho flujo de rebose era, de media, de 43 mg/l.

5 En un segundo ensayo, se añadió el mismo floculante en el primer tanque de mezcla a una dosis de 70 g/t de material sólido, en el segundo tanque de mezcla con una dosis de 42 g/t de material sólido, y en el pocillo de alimentación del recipiente sedimentador por gravedad con una dosis de 28 g/t de material sólido. El agitador en el primer tanque de mezcla se hizo girar de manera que la velocidad en la punta de dicho agitador se mantuviese a 1.9 m/h. El agitador en el segundo tanque de mezcla se hizo girar de manera que la velocidad en la punta de dicho agitador se mantuviese en 0.9 m/h. El agitador en el pocillo de alimentación se hizo girar de manera que la velocidad en la punta de dicho agitador se mantuviese en 0.3 m/h. La claridad medida de la corriente de rebose extraída del recipiente sedimentador por gravedad era de 8 mg/l. Dicho valor bajo de la claridad permitiría alimentar la corriente de rebose extraída del recipiente sedimentador por gravedad directamente en la etapa de precipitación, sin necesidad de ninguna filtración adicional.

10

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para producir trihidrato de alúmina mediante digestión de mineral de bauxita que comprende:
 - 5 (a) una etapa de digestión (26) para digerir dicho mineral de bauxita con un licor de aluminato sódico para obtener una lechada (32) que incluye un licor de aluminato sódico enriquecido que comprende alúmina disuelta y residuos insolubles formados de partículas de mineral de bauxita no disuelto;
 - 10 (b) una etapa de separación (70) para tratar dicha lechada para separar el licor de aluminato sódico enriquecido (50) de los residuos insolubles (36); y
 - (c) una etapa de precipitación (52) para tratar dicho licor de aluminato sódico enriquecido para precipitar trihidrato de alúmina,
- 15 caracterizado por que el procedimiento incluye:
 - b1) pretratar la lechada, en una etapa de pretratamiento (81), añadiendo un floculante (115, 117, 129) a dicha lechada y mezclar el floculante y la lechada para obtener una lechada floculada,
 - 20 b2) sedimentar (83) dicha lechada floculada en un recipiente sedimentador por gravedad (125) para producir un licor clarificado y una lechada espesada de residuos insolubles,
 - b3) determinar un valor medido representativo de la concentración de partículas sólidas en el licor clarificado, en una etapa de medición (85),
 - 25 b4) comparar (87) el valor medido con un umbral predeterminado,
 - b5) alimentar (91) dicho licor clarificado directamente a la etapa de precipitación (52) mientras el valor medido es inferior a dicho umbral predeterminado, y
 - 30 b6) redirigir (97) dicho licor clarificado a la etapa de pretratamiento b1), cuando el valor medido es más de dicho umbral predeterminado.
- 35 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la etapa de separación (70) comprende además:
 - extraer (89) una corriente de rebose del licor clarificado de una primera salida de rebose (151; 213) del recipiente sedimentador por gravedad (125; 201) para ser alimentada directamente a la etapa de precipitación c), mientras el valor medido es inferior al umbral predeterminado,
 - 40 - detener (95) la extracción de la corriente de rebose de la primera salida de rebose (151; 213) cuando el valor medido es más del umbral predeterminado, y
 - extraer (93) una corriente de rebose fuera de especificaciones del licor clarificado de una segunda salida de rebose (171; 241) de dicho recipiente sedimentador por gravedad que debe redirigirse a la etapa de pretratamiento b1), cuando el valor medido es más de dicho umbral predeterminado.
 - 45
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la redirección (97) del licor clarificado de la etapa b6) a la etapa de pretratamiento b1) (81) se lleva a cabo mediante un tanque de compensación (175).
- 50 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que la segunda salida de rebose (171; 241) se sitúa a un nivel superior a la primera salida de rebose (151; 213), siendo la corriente de rebose fuera de especificaciones redirigida a la etapa de pretratamiento b1) mediante un conducto de redirección (173) en comunicación abierta con el tanque de compensación (175).
- 55 5. Procedimiento según la reivindicación 3 o 4, caracterizado por que el licor clarificado se introduce en una parte inferior del tanque de compensación (175).
- 60 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizado por que comprende inyectar vapor (185) en dicho tanque de compensación (175) o mantener una cantidad mínima de sosa cáustica (187) en el tanque de compensación (175) que corresponde a una cantidad de cáustico añadida al licor clarificado fuera de especificaciones de manera que la relación en peso de alúmina por sosa cáustica se reduce en un valor predeterminado, en ambos casos para estabilizar el licor y evitar la precipitación de la alúmina.
- 65 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la etapa de medición b3) (85) se lleva a cabo extrayendo una corriente secundaria (159) de licor clarificado y midiendo continuamente la turbidez de dicha corriente secundaria de licor clarificado.

8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la etapa de pretratamiento b1) comprende:

- 5 - una etapa de mezcla inicial de la lechada con por lo menos parte de los floculantes,
- una etapa de mezcla final de la lechada con los floculantes en unos medios de entrada de lechada (127; 215) del recipiente sedimentador por gravedad para introducir la lechada floculada resultante en dicho recipiente sedimentador por gravedad, comprendiendo dichos medios de entrada de lechada unos medios de mezcla (131; 251), y
- 10 - seleccionar una tasa de mezcla en la etapa de mezcla inicial que es superior a la tasa de mezcla en la etapa de mezcla final.

15 9. Instalación para producir trihidrato de alúmina mediante digestión de mineral de bauxita, comprendiendo dicha instalación:

- unos medios de digestión para digerir dicho mineral de bauxita con un licor de aluminato sódico para obtener una lechada,
- 20 - unos medios de separación para tratar dicha lechada para separar un licor de aluminato sódico enriquecido de los residuos insolubles, y
- unos medios de precipitación conectados con dichos medios de separación para tratar dicho licor de aluminato sódico enriquecido para precipitar trihidrato de alúmina,

comprendiendo dichos medios de separación unos medios de pretratamiento (111, 113, 127) para añadir floculantes (115, 117, 129) a la lechada y para mezclar dicha lechada con dichos floculantes y para obtener una lechada floculada, comprendiendo además dichos medios de separación un recipiente sedimentador por gravedad (125; 201) para sedimentar dicha lechada floculada y para producir un licor clarificado, estando caracterizada dicha instalación por que comprende además:

- unos medios de medición (157) para determinar un valor medido representativo de la concentración de partículas sólidas en el licor clarificado,
- 35 - unos medios de comparación (163) conectados funcionalmente con los medios de medición para comparar dicho valor medido con un umbral predeterminado, y
- unos medios de redirección conectados funcionalmente con los medios de comparación, para dirigir el licor clarificado a un conducto de alimentación (155) de los medios de precipitación (153) conectados directamente con el recipiente sedimentador por gravedad para alimentar dicho licor clarificado directamente a los medios de precipitación, mientras que el valor medido es inferior a dicho umbral predeterminado, y para redirigir el licor clarificado a los medios de pretratamiento, cuando el valor medido es más de un umbral predeterminado.

10. Instalación según la reivindicación 9, caracterizada por que el recipiente sedimentador por gravedad (125; 201) comprende una primera salida de rebose (151; 213) conectada con el conducto de alimentación (155) de los medios de precipitación (153) para extraer una corriente de rebose del licor clarificado mientras que el valor medido es inferior al umbral predeterminado, incluyendo los medios de redirección una segunda salida de rebose (171; 241) del recipiente sedimentador por gravedad conectado con los medios de pretratamiento para extraer una corriente de rebose fuera de especificaciones del licor clarificado cuando el valor medido es más de dicho umbral predeterminado.

11. Instalación según la reivindicación 10 caracterizada por que los medios de redirección incluyen una válvula de aislamiento (161) dispuesta sobre el conducto de alimentación (155) de los medios de precipitación (153), entre la primera salida de rebose (151; 213) y dichos medios de precipitación (153), siendo dicha válvula de aislamiento accionada en una posición cerrada cuando el valor medido es más del umbral predeterminado.

12. Instalación según la reivindicación 10 u 11, caracterizada por que la segunda salida de rebose (171; 241) se sitúa en un nivel superior a la primera salida de rebose (151; 213).

13. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizada por que los medios de pretratamiento comprenden unos medios de mezcla inicial conectados con los medios de digestión para añadir floculantes y mezclar dichos floculantes con la lechada, y unos medios de entrada de lechada (127; 257) montados sobre el recipiente sedimentador por gravedad (125; 201) y conectados con los medios de mezcla inicial, para introducir en el recipiente sedimentador por gravedad la lechada floculada resultante, comprendiendo dichos

medios de entrada de lechada unos medios de mezcla (131; 251), siendo la tasa de mezcla en los medios de mezcla inicial superior a la tasa de mezcla en los medios de entrada de lechada.

5 14. Instalación según la reivindicación 13, caracterizada por que los medios de mezcla (131; 251) de los medios de entrada de lechada (127; 215) comprenden por lo menos un agitador giratorio.

10 15. Instalación según la reivindicación 13 o 14, caracterizada por que los medios de entrada de lechada (127; 215) del recipiente sedimentador por gravedad (125; 201) presentan una abertura de lechada (135; 261) a cuyo través se introduce la lechada floculada en el recipiente sedimentador por gravedad, estando dispuesta dicha abertura de lechada en el fondo de dichos medios de entrada de lechada.

15 16. Instalación según la reivindicación 15, caracterizada por que el recipiente sedimentador por gravedad presenta un rastrillo (141; 217) giratorio u oscilante alrededor de un eje principal que es sustancialmente vertical, siendo la abertura de lechada desplazada lateralmente respecto a dicho eje principal del rastrillo.

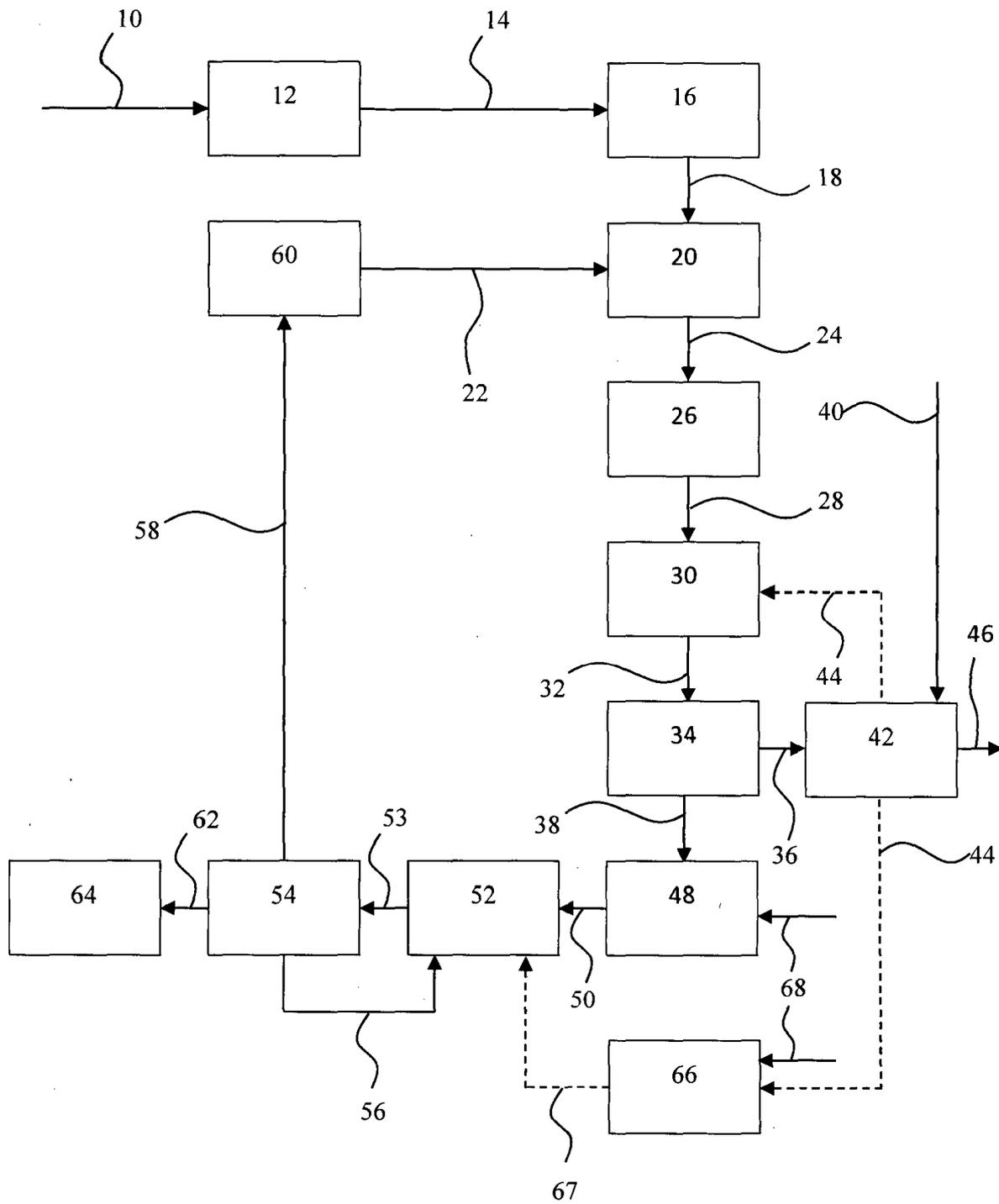


Fig. 1

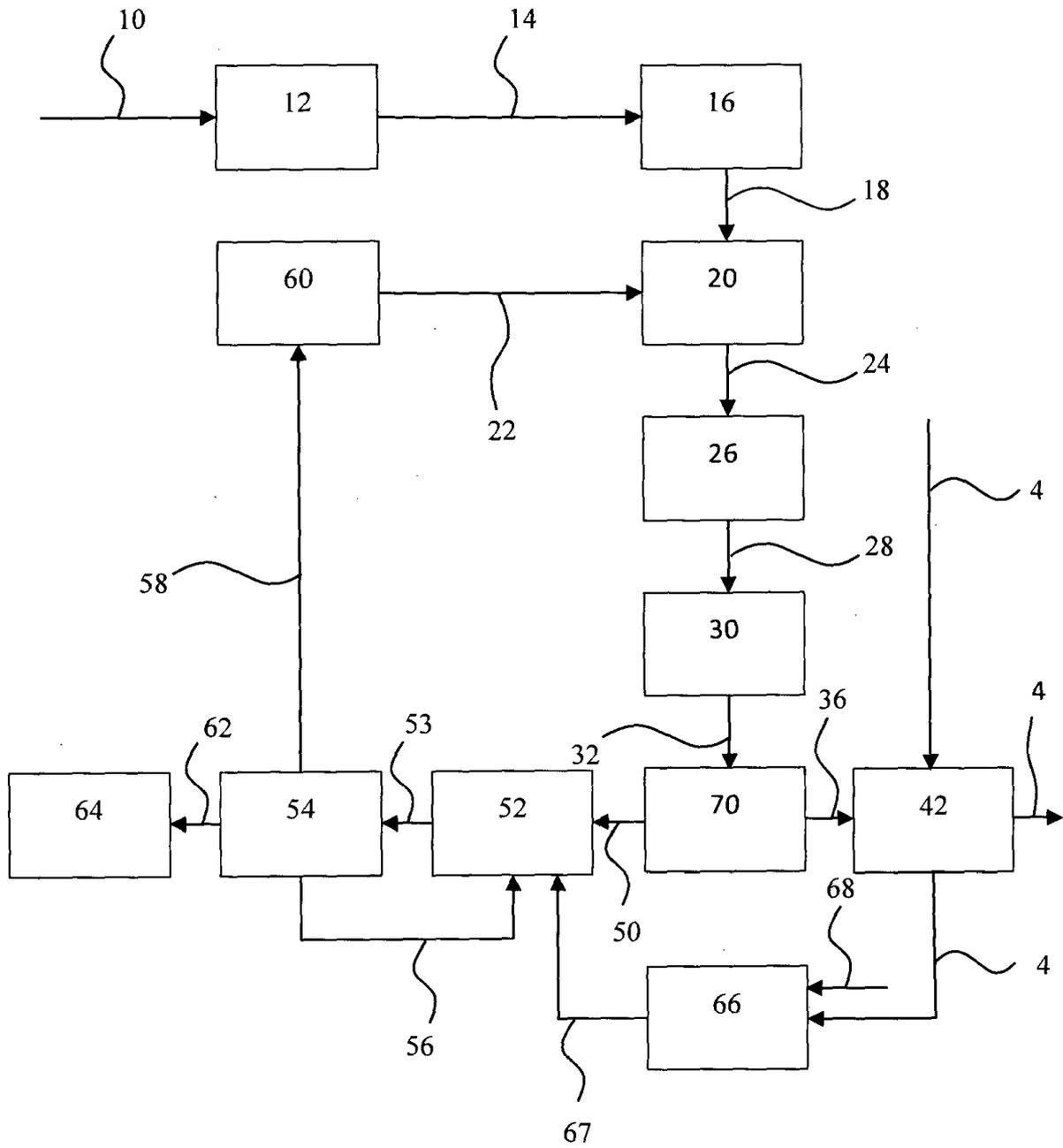


Fig. 2

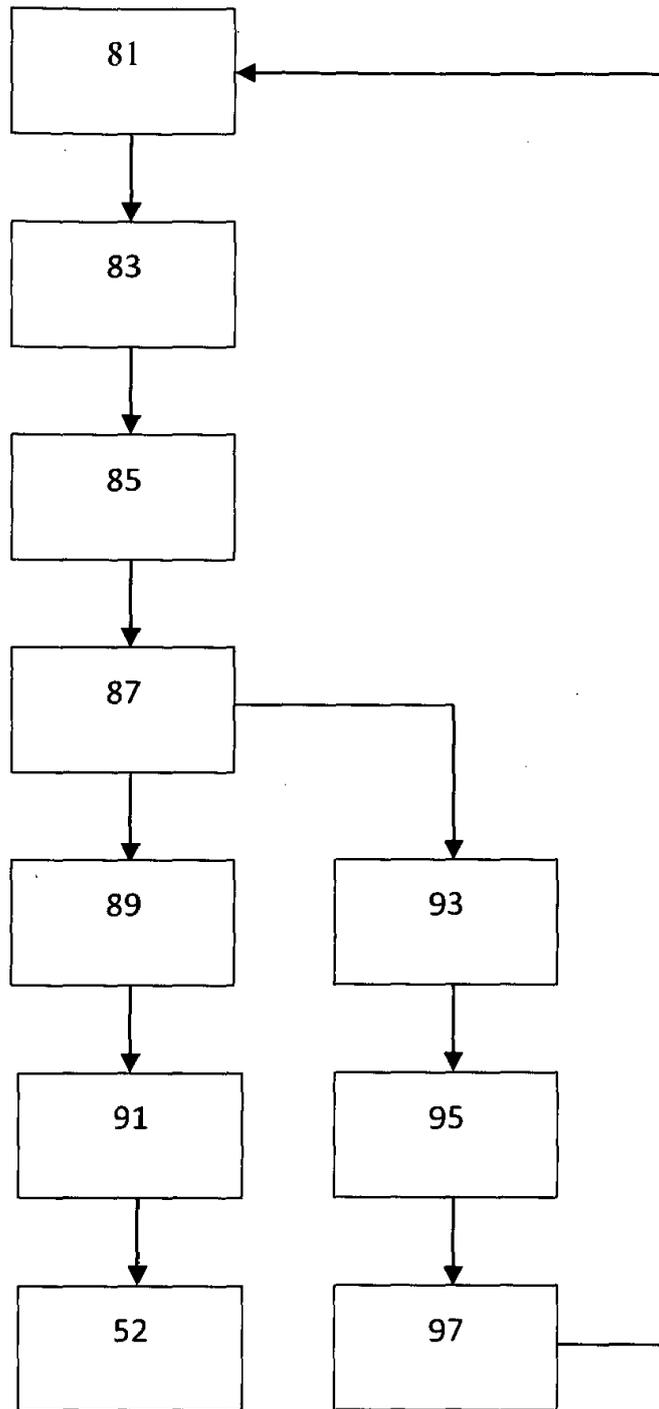


Fig. 3

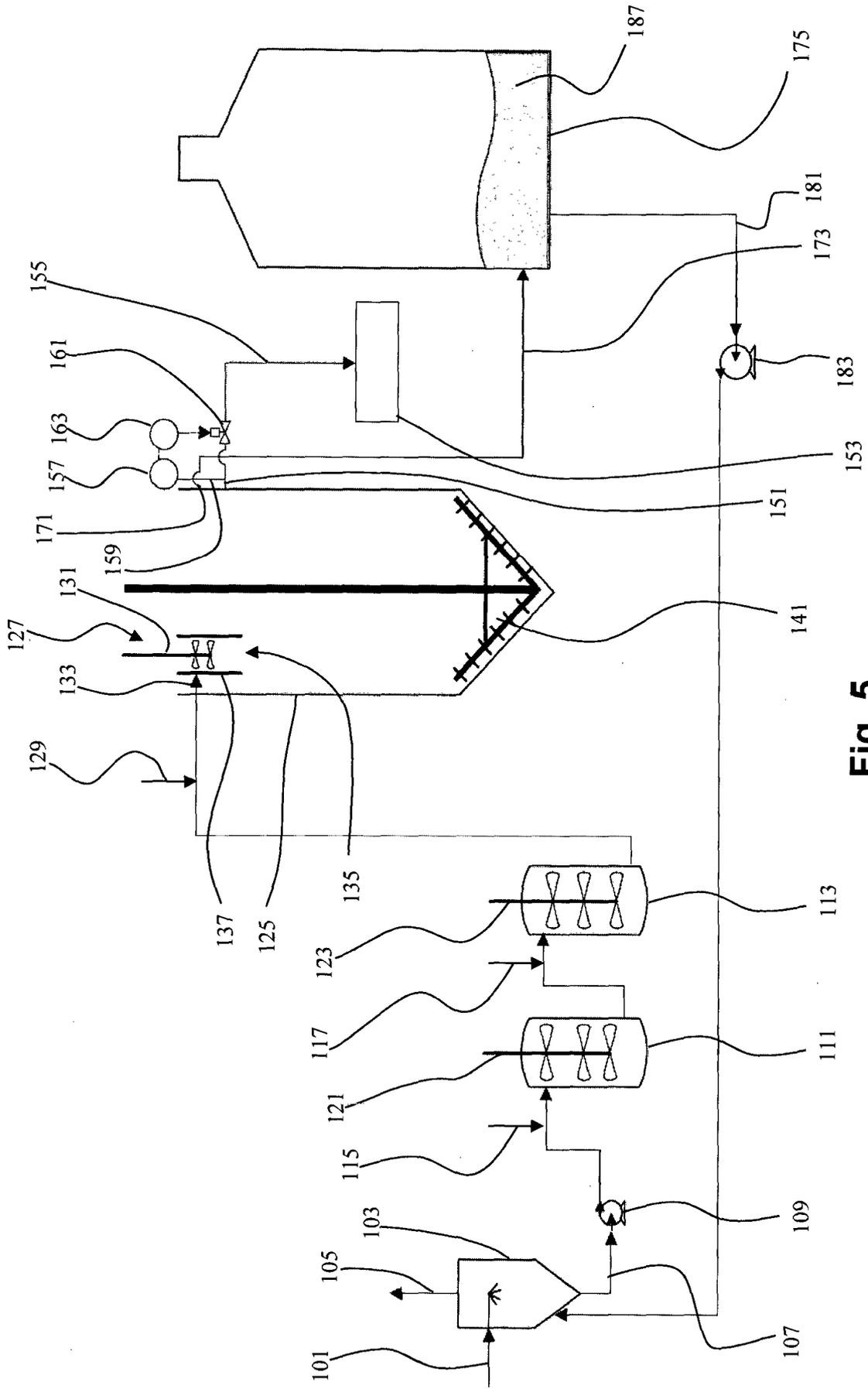


Fig. 5

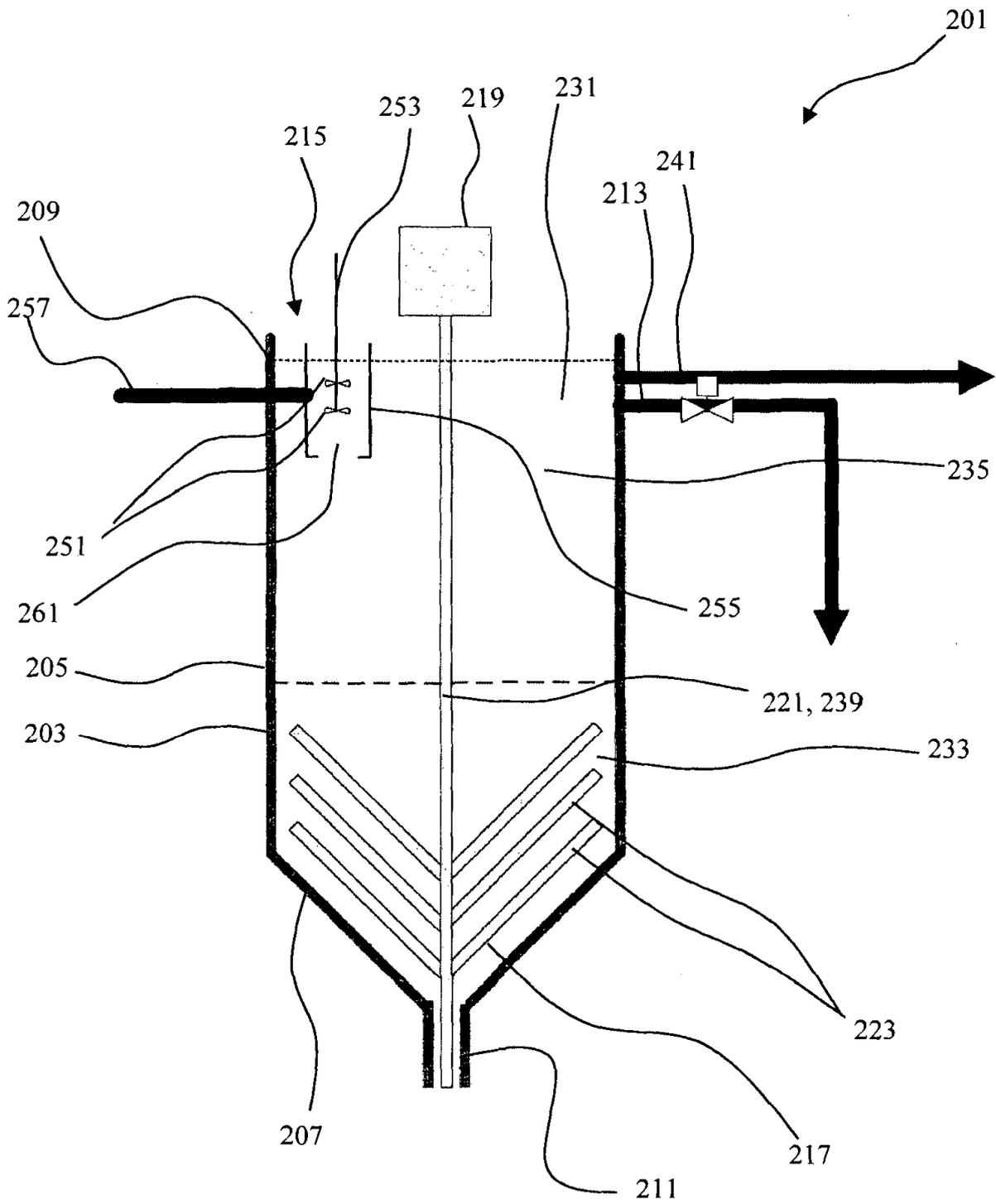


Fig. 6