(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 753 230**

(51) Int. Cl.:

A62D 3/33	(2007.01)
C02F 1/52	(2006.01)
C22B 3/12	(2006.01)
C01F 7/02	(2006.01)
B01J 19/18	(2006.01)
B01J 8/00	(2006.01)
C02F 11/12	(2009.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.10.2013** **PCT/CA2013/050792**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **15.05.2014** **WO14071513**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.10.2013** **E 13853685 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019** **EP 2916922**

(54) Título: **Tratamiento de residuos de bauxita alcalinos**

(30) Prioridad:

07.11.2012 AU 2012904908

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.04.2020

(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:

ANDERSON, JOHN VICTOR;
ROUSSEAUX, JEAN-MARC;
PELOQUIN, GUY y
O'BRIEN, BEN

(74) Agente/Representante:

MIR PLAJA, Mireia

ES 2 753 230 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

Tratamiento de residuos de bauxita alcalinos

Campo técnico

La invención dada a conocer se refiere a la producción de alúmina a partir de bauxita. En particular, se refiere a desechos producidos por el proceso Bayer en el transcurso de la extracción de alúmina a partir de bauxita. Más particularmente, se da a conocer un proceso para tratar unos desechos del proceso Bayer que comprenden residuos de bauxita y alúmina disuelta.

Antecedentes de la técnica

El sometimiento de la bauxita al proceso Bayer produce un licor cáustico preñado que contiene alúmina disuelta y una lechada de residuos de bauxita. Para extraer alúmina del licor preñado, este último se somete, en primer lugar, a unos pasos de separación de líquidos y sólidos para separar los residuos de bauxita. A continuación, el licor portador de alúmina se trata para precipitar trihidróxido de aluminio que, posteriormente, se refina para producir alúmina, la cual, a su vez, se procesa obteniendo metal de aluminio.

Normalmente, los residuos de bauxita separados se presentan en forma de una lechada que contiene un volumen significativo de licor cáustico. La lechada se distribuye a unas balsas de almacenamiento donde los sólidos de los residuos de bauxita se sedimentan con respecto al licor para proporcionar un “lodo rojo” y un licor sobrenadante. La eliminación ambientalmente segura del lodo rojo es problemática ya que este contiene contaminantes de origen natural, tales como metales pesados, en concentraciones mayores que las concentraciones de origen natural. En cierta medida se aplica lo mismo al licor sobrenadante, aunque este presenta, también, el problema añadido de que es cáustico.

Aunque hay disponibles opciones para reciclar parte del licor sobrenadante devolviéndolo al proceso de refinado, esta capacidad puede verse restringida por otras limitaciones del proceso dentro de la refinería. Este licor sobrenadante en exceso, combinado con las condiciones climáticas desfavorables que puedan existir, da como resultado una exigencia cada vez mayor para el almacenamiento de licor sobrenadante. En ausencia de procesos de tratamiento adecuados, muchas plantas de tratamiento de bauxita simplemente almacenan los desechos del proceso Bayer en balsas sin ningún tratamiento para reducir su impacto ambiental.

El documento US2006/144797 da a conocer un proceso para neutralizar “lodo rojo” producido durante un proceso Bayer. Este proceso conlleva el tratamiento de “lodo rojo” con un primer material de tratamiento, tal como agua marina, suficiente para provocar la inactivación de por lo menos parte de las especies alcalinas. El proceso también puede incluir un paso de separación del material de desecho tratado en fases sólidas y líquidas, y, a continuación, hacer entrar en contacto la fase líquida con una cantidad suficiente de un segundo material de tratamiento que tiene un pH bajo, tal como ácido residual, con el fin de conseguir que por lo menos uno del pH y la alcalinidad de la fase líquida se reduzca a un nivel ambientalmente aceptable.

Por lo tanto, existe una necesidad de proporcionar un proceso que sea capaz de tratar cantidades considerables de desechos del proceso Bayer y, en particular, el licor sobrenadante.

Es preferible que el proceso pueda reducir las reservas actuales de licor sobrenadante contenido en balsas de almacenamiento y/o tratar los desechos del proceso Bayer aproximadamente a la misma velocidad que los mismos son producidos.

Sumario de la exposición

En uno de los aspectos se da a conocer un proceso para tratar unos desechos de un proceso Bayer que comprenden una lechada que contiene residuos de bauxita y aluminio disuelto, comprendiendo el proceso los pasos de:

(a) suministrar los desechos a un área de sedimentación para conseguir que los residuos de bauxita se sedimenten con respecto a la lechada, produciendo así un licor sobrenadante;

(b) neutralizar el licor sobrenadante con una solución que contiene magnesio y calcio para producir una lechada neutralizada que contiene hidrotalcitas precipitadas;

(c) espesar la lechada neutralizada para producir un efluente clarificado y una lechada compactada que contiene las hidrotalcitas precipitadas; recircular una corriente de lechada compactada hacia el licor sobrenadante alimentado al paso de neutralización (b) y/o directamente hacia el paso de neutralización (b); y

(d) eliminar el efluente clarificado y la lechada compactada por separado.

Este proceso permite que la hidrotalcita precipitada capture especies aniónicas y que las mismas sean retiradas posteriormente del licor sobrenadante. Esto significa que la parte líquida de desechos de un proceso Bayer se puede tratar para retirar metales pesados y otros materiales que hacen que la parte líquida no tratada resulte inadecuada para su eliminación.

Por otro lado, el tratamiento de la parte líquida según la manera antes descrita proporciona una alternativa a los procesos actuales de evaporación que no son adecuados para áreas que están sujetas a unas altas precipitaciones. Por consiguiente, los desechos del proceso Bayer de plantas de tratamiento en dichas áreas pueden ser tratados y se pueden eliminar, en lugar de simplemente almacenarlos en grandes balsas. El solicitante prevé que el proceso sea escalable para su aplicación industrial, de manera que pueda procesar la producción completa de una planta industrial que trabaje con un proceso Bayer. El volumen de licor de desechos diferirá de una planta a otra en función de la capacidad de producción de la planta, pero se considera que puede lograrse un procesado de aproximadamente 5 GL/año de licor sobrenadante.

La hidrotalcita se forma por precipitación cuando el licor sobrenadante se neutraliza con el contenido de calcio y magnesio de la solución neutralizante. En el transcurso de una campaña exhaustiva de trabajos de investigación, el solicitante ha observado que, aunque la hidrotalcita presenta una forma pobremente cristalizada, la misma es susceptible de sedimentarse a velocidades aceptables.

El solicitante ha observado también que el proceso proporciona una sedimentación mejorada cuando la carga de sólidos de la lechada neutralizada se incrementa reciclando lechada compactada que contiene hidrotalcita hacia la lechada neutralizada, hacia el paso de neutralización (b) o hacia el paso de espesamiento (c). En el caso de las dos primeras opciones, el solicitante observa un aumento de la precipitación de hidrotalcita y un aumento del crecimiento de cristales. Ambos efectos provocan que la carga de sólidos de la lechada neutralizada se incremente y, por lo tanto, mejoran las propiedades de sedimentación de la hidrotalcita precipitada. Una precipitación mejorada de hidrotalcita también provoca que se capture en esta última una mayor cantidad de contaminantes aniónicos contenidos en el licor sobrenadante. Esto significa que la carga de contaminantes del efluente clarificado es menor que la carga de contaminantes producida sin reciclar la lechada compactada.

Como ejemplo, el efluente clarificado producido en el paso (c) puede tener un contenido de aluminio inferior a 1.000 ppb, preferentemente inferior a 500 ppb y un pH inferior a 9, preferentemente inferior a 8,8. Un contenido de metal tan bajo puede posibilitar una eliminación del efluente clarificado directamente al entorno.

El solicitante ha observado también que la adición de un floculante, seleccionado para provocar una interacción con hidrotalcita, al paso de neutralización (b), a la lechada neutralizada o al paso de espesamiento (c) da como resultado un comportamiento de sedimentación mejorado de la hidrotalcita durante el paso de espesamiento (c). El solicitante observa que el producto de hidrotalcita del paso de espesamiento (c) es más denso cuando se compara con producto de hidrotalcita producido por medio del proceso cuando no se adiciona floculante. Al producto de hidrotalcita de mayor densidad le corresponden velocidades de sedimentación mayores. Esto significa que pueden lograrse velocidades de tratamiento más altas de desechos del proceso Bayer y, por lo tanto, pueden tratarse volúmenes más altos de desechos del proceso Bayer con el proceso según este aspecto cuando se adiciona floculante adecuado. El solicitante cree que el floculante ajusta la química de superficies de la hidrotalcita precipitada y, por lo tanto, provoca que las partículas se peguen entre sí cuando entran en contacto. Se considerará que el término “interacción”, según se usa durante toda la memoria descriptiva con respecto a la interacción con hidrotalcita, tiene este significado.

Por consiguiente, el proceso según este aspecto comprende un paso adicional de recirculación de una corriente de lechada compactada hacia el licor sobrenadante alimentado al paso de neutralización (b) y/o directamente hacia la lechada neutralizada. La cantidad de lechada compactada que se hace recircular se puede seleccionar para lograr una carga de sólidos de por lo menos 10 g/L en la lechada neutralizada enviada al paso de espesamiento (c). La carga de sólidos puede estar en el intervalo de 10 a 30 g/L, preferentemente en el intervalo de 10 a 20 g/L. Opcionalmente, la lechada compactada se hace recircular en cantidades seleccionadas para proporcionar una carga de sólidos de 14 a 16 g/L.

La recirculación de la lechada compactada puede comprender, además, la recirculación de una corriente de lechada compactada al paso de espesamiento (c).

Según otro aspecto de la invención, los desechos se suministran en el paso (a) a una pluralidad de balsas del área de sedimentación, y el proceso incluye, además, seleccionar licores sobrenadantes de diferentes balsas que tienen diferentes composiciones químicas y mezclar los licores sobrenadantes seleccionados para producir el licor sobrenadante a neutralizar en el paso (b).

De manera adicional o alternativa, el proceso incluye, además, seleccionar una corriente de licor de proceso Bayer que tiene una composición química diferente al licor sobrenadante producido en el paso (a) o los licores sobrenadantes

seleccionados, y mezclar la corriente de licor de proceso Bayer seleccionada con dicho(s) licor(es) sobrenadante(s) producido(s) en el paso (a) para producir el licor sobrenadante a neutralizar en el paso (b).

Composición química diferente significa que los componentes son diferentes y/o la concentración de dichos componentes es diferente. Los licores sobrenadantes seleccionados de diferentes balsas tienen composiciones químicas diferentes como consecuencia de las transferencias de licor entre dichas balsas, la recogida de precipitaciones, procesos de evaporación naturales y forzados, y procesos biológicos y fisio-químicos que se producen de manera natural en estas balsas.

Preferentemente, el paso de selección de licores sobrenadantes de diferentes balsas y/o una corriente de licor de proceso Bayer, y el paso de mezclar entre sí el licor sobrenadante producido en el paso (a), los licores sobrenadantes seleccionados de diferentes balsas y/o la corriente seleccionada de licor de proceso Bayer, se materializan, ambos, de manera que el licor sobrenadante a neutralizar en el paso (b) tiene una relación molar de carbonato a aluminio de como mucho 30:1, y, opcionalmente, inferior a 15:1.

El mezclado de los licores sobrenadantes seleccionados de diferentes balsas, el licor sobrenadante producido en el paso (a) y/o la corriente seleccionada de licor de proceso Bayer, antes del paso de neutralización (b) o a través de una adición por separado al paso de neutralización (b), a lo que se hará referencia, en lo sucesivo, en la presente, como operación de mezclado, garantiza que se produce una retirada suficiente de carbonato durante la precipitación de hidrotalcitas, y que no se produce un exceso de carbonato disuelto en el efluente. El exceso de carbonato disuelto en el efluente continuaría reaccionando después de la descarga, dando como resultado una precipitación continuada de carbonato de calcio en el paso de sedimentación o el entorno de descarga, lo cual hace que los sólidos suspendidos del efluente no sean adecuados para su descarga al entorno.

Esta operación de mezclado se puede llevar a cabo en un paso de pre-mezclado, antes del paso de neutralización (b), o a través de una adición por separado al paso de neutralización (b).

Este proceso puede comprender, además, un paso de adición de floculante, seleccionado para provocar una interacción con hidrotalcita, a los pasos (b) y/o (c) o a una o más aportaciones a los pasos (b) y/o (c).

Según una opción, el floculante se puede diluir a entre 0,5 y 2,0 g/L adicionando floculante directamente a la aportación de solución neutralizante al paso de neutralización (b).

Según otra opción, el floculante se puede diluir inicialmente en una ubicación remota con respecto a una planta destinada a llevar a cabo el proceso según este aspecto, se puede transferir a la planta y, a continuación, se puede diluir adicionalmente a la concentración requerida antes de suministrarlo al proceso. La dilución inicial puede ser de 1,0 a 3,0 g/L mediante la adición de agua dulce y la dilución adicional puede ser de 0,5 a 1,0 g/L. En este caso, la dilución adicional se puede llevar a cabo adicionando el mismo tipo de solución que se usa como aportación al paso de neutralización (b).

El proceso de dilución de dos etapas reduce el consumo de agua dulce y minimiza la rotura por cizalladura del floculante preparado, durante la transferencia.

El floculante puede ser floculante polimérico. El floculante puede ser, por ejemplo, un floculante de poliacrilamida de baja anionicidad, preferentemente con una anionicidad inferior al 50%, más preferentemente con una anionicidad inferior al 20%, tal como productos del grupo de floculantes FLOPAM comercializados por SNF.

El paso de neutralización (b) conlleva el suministro del licor sobrenadante y el magnesio que contiene solución neutralizante a un recipiente de mezclado. El proceso puede conllevar el control de las condiciones en el recipiente de mezclado para producir lechada neutralizada que posibilita una velocidad de sedimentación en un paso de espesamiento de por lo menos 5 m/h y, opcionalmente, por lo menos 7 m/h. No obstante, el solicitante espera que se pueda lograr una velocidad de sedimentación de más de 10 m/h. Las condiciones en el recipiente de mezclado se pueden controlar ajustando el tiempo de residencia del licor sobrenadante en el recipiente de mezclado y/o ajustando la necesidad del mezclado. Se cree que ambos juegan un papel importante en la consecución de una precipitación de hidrotalcita en una forma y en cantidades que permiten lograr velocidades de sedimentación que se han dado a conocer anteriormente. Sobre la base de estas velocidades de sedimentación, el solicitante prevé que el proceso se pueda escalar para tratar corrientes de desechos provenientes de un proceso Bayer industrial aproximadamente a la misma velocidad que se produce la corriente de desechos.

El proceso puede conllevar el control del suministro de licor sobrenadante y de la solución que contiene magnesio, de tal manera que el licor sobrenadante aportado y la solución que contiene magnesio tienen una relación molar de magnesio a aluminio del orden de por lo menos 4:1.

La solución contenedora de magnesio puede ser agua de mar y la relación de volúmenes suministrada de agua de mar con respecto al licor sobrenadante puede superar la relación de volúmenes requerida para lograr una precipitación sustancialmente completa de la hidrotalcita. La relación de volúmenes suministrada de agua de mar con respecto al licor sobrenadante puede ser por lo menos 2:5:1. La relación de volúmenes de agua de mar con respecto al licor sobrenadante puede ser de hasta 10:1. El exceso de agua de mar proporciona un efecto de dilución que actúa como amortiguador contra el riesgo de un efluente de baja calidad como consecuencia de una precipitación de hidrotalcita inferior a la sustancialmente completa.

El paso de espesamiento (c) se puede controlar para producir la lechada compactada con una carga de hidrotalcita de >100 g/L. Opcionalmente, el paso de espesamiento (c) se puede controlar para producir la lechada compactada con una carga de hidrotalcita de 110 a 130 g/L. Esto puede conllevar la recirculación de una corriente de lechada compactada a un decantador que recibe lechada neutralizada del paso de neutralización (b), de tal manera que la carga de hidrotalcita de la lechada neutralizada y la lechada compactada combinadas, alimentadas al decantador es >15 g/L.

El paso de espesamiento (c) se puede controlar, adicionalmente, para producir un efluente clarificado que tiene una carga de hidrotalcita de <10 mg/L.

El proceso puede comprender, además, el desarrollo de los pasos (b) y (c) de una manera continua. El desarrollo de los pasos (b) y (c) de una manera continua puede incluir una recirculación continua de lechada compactada a los pasos (b) y/o (c). La estabilidad y el rendimiento del espesamiento en el paso (c) se pueden optimizar desarrollando (b) y (c) con una recirculación de lechada continua durante un periodo de por lo menos 24 horas.

El paso (d) puede conllevar la retirada de hidrotalcita de la lechada compactada mediante la deshidratación de una corriente de la lechada compactada producida en el paso de espesamiento (c). Alternativamente, el paso de eliminación (d) puede conllevar el mezclado de la lechada compactada directamente con la corriente residual de la refinería, eliminando la necesidad del paso de deshidratación.

En otro aspecto de la invención, se da a conocer una planta para el tratamiento de unos desechos de un proceso Bayer que comprenden una lechada que contiene residuos de bauxita y aluminio disuelto, comprendiendo la planta:

(a) un área de sedimentación para recibir los desechos del proceso Bayer, en donde el área de sedimentación está adaptada para conseguir que los residuos de bauxita se sedimenten con respecto a la lechada, produciendo, así, un licor sobrenadante;

(b) un recipiente de mezclado para recibir el licor sobrenadante y solución que contiene magnesio y calcio, estando adaptado el recipiente para mezclar el licor sobrenadante y la solución, de tal manera que se forma una lechada neutralizada con hidrotalcitas precipitadas en una forma y en cantidades adecuadas para separar las hidrotalcitas de la lechada neutralizada mediante un proceso de espesamiento;

(c) un espesador para recibir la lechada neutralizada y para producir un efluente clarificado y una lechada compactada que contiene las hidrotalcitas precipitadas, y líneas de suministro para hacer recircular lechada compactada desde el espesador al recipiente de mezclado o una línea de suministro para transportar la lechada neutralizada desde el recipiente de mezclado al espesador.

El área de sedimentación puede comprender una pluralidad de balsas, y la planta puede comprender, además, medios para seleccionar licores sobrenadantes de diferentes balsas que tienen composiciones químicas diferentes y medios para mezclar los licores sobrenadantes seleccionados con el fin de producir el licor sobrenadante recibido por el recipiente de mezclado.

De manera alternativa o adicional, la placa puede comprender, además, medios para seleccionar una corriente de licor de proceso Bayer que tiene una composición química diferente al licor sobrenadante producido en el área de sedimentación o a los licores sobrenadantes seleccionados, y medios para mezclar la corriente seleccionada de licor de proceso Bayer con dicho(s) licor(es) sobrenadante(s) producido(s) en el área de sedimentación con el fin de producir el licor sobrenadante recibido por el recipiente de mezclado (b).

Preferentemente, los medios para seleccionar licores sobrenadantes de diferentes balsas y/o una corriente de licor de proceso Bayer, y los medios para mezclar entre sí el licor sobrenadante producido en el área de sedimentación, los licores sobrenadantes seleccionados de diferentes balsas y/o la corriente seleccionada de licor de proceso Bayer, se controlan, ambos, de manera que el licor sobrenadante recibido por el recipiente de mezclado tiene una relación molar de carbonato a aluminio de como mucho 30:1.

La planta puede comprender, además, líneas de alimentación para distribuir floculante a uno o más del recipiente de mezclado, una línea de suministro para distribuir la solución contenedora de magnesio al recipiente de mezclado, el

espesador o una línea de suministro para transportar la lechada neutralizada desde el recipiente de mezclado al espesador.

Breve descripción de los dibujos

Con independencia de cualesquiera otras formas que se pueden situar dentro del alcance del proceso y de la planta que se exponen en el Sumario, a continuación se describirán realizaciones específicas, únicamente a título de ejemplo, en referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

la Figura 1 es un diagrama de flujo de un proceso Bayer, de pasos de producción de alúmina de aguas abajo y de un proceso de tratamiento de desechos de aguas abajo de acuerdo con el proceso expuesto en el Sumario; y

la Figura 2 es un diagrama esquemático de parte de una planta que trata licor sobrenadante y que produce efluente clarificado a partir del licor sobrenadante tratado.

Descripción de la realización

En referencia a la Figura 1, el proceso Bayer conlleva hacer entrar en contacto bauxita con una solución caliente de hidróxido de sodio (NaOH) en un digestor 10 para disolver la alúmina de la bauxita en forma de hidróxido de aluminio ([$Al(OH)_4$]) mientras que otras impurezas sólidas de la bauxita permanecen en gran medida sin disolver.

El digestor 10 funciona a una temperatura en el intervalo de 140 a 280ºC, dependiendo de la fase de óxido de aluminio contenida en la alimentación de bauxita.

La solución caliente, que ahora está cargada de trihidróxido de aluminio, se clarifica a continuación en una etapa 12 de sedimentación y filtrado para retirar impurezas sólidas en forma de desechos. Los productos de este proceso son licor preñado y una corriente de desechos de lechada de proceso Bayer que contiene material de ganga suspendido en una corriente de licor que contiene sosa cáustica y aluminio disuelto.

A continuación, el licor preñado clarificado se transfiere a una etapa 14 de precipitación, donde el licor clarificado se enfría para conseguir la precipitación de trihidróxido de aluminio ($Al(OH)_3$).

A continuación, el trihidróxido de aluminio se separa del licor mediante separación por gravedad o filtración al vacío. El licor se hace pasar por medio de la línea 15 a una etapa 16 de concentración cáustica en donde se evapora agua del licor clarificado residual. El licor residual se hace volver al digestor 10 para entrar en contacto nuevamente con bauxita sin procesar y disolver la alúmina de la bauxita.

El trihidróxido de aluminio de la etapa 14 de precipitación se lava por medio de filtros de vacío en una etapa 18 de lavado con el fin de retirar el licor clarificado residual, produciéndose, así, una torta de filtración lavada de trihidróxido de aluminio.

El trihidróxido de aluminio que sale de la etapa 18 de lavado se encuentra a una temperatura de aproximadamente 60ºC. A continuación pasa a las etapas 20 de precalentamiento y calcinación para su contacto con aire caliente y gases de combustión con el fin de reducir el contenido de humedad de la torta de filtración de trihidróxido de aluminio de aproximadamente el 6% en peso al 0% en peso y con el fin de provocar la descomposición del trihidróxido de aluminio en alúmina metalúrgica.

La corriente de desechos del proceso Bayer proveniente de la etapa 12 de sedimentación y filtración se envía a un área de sedimentación, en forma de una balsa 22 de sedimentación. Con el tiempo, los residuos de bauxita de la corriente de desechos del proceso Bayer se sedimentan bajo la acción de la gravedad para formar un lecho de “lodo rojo” 30 en la balsa 22 de sedimentación y, al hacer eso, dejan un licor sobrenadante, que lleva aluminio y otras impurezas, en forma de una capa líquida sobre el lecho de la balsa de “lodo rojo” 30. De la balsa 22 de sedimentación se recupera una corriente 22 de licor sobrenadante, y la misma se envía a una etapa de neutralización que se lleva a cabo en un recipiente 24 de mezclado.

En la práctica, la balsa de sedimentación puede contener balsas de almacenamiento independientes que contienen licores sobrenadantes de concentración y composiciones químicas diferentes debido al funcionamiento de estas balsas y estos procesos naturales. En este caso, el licor sobrenadante a neutralizar en el recipiente 24 de mezclado se puede producir a partir de una mezcla de licores sobrenadantes seleccionados de diferentes balsas que tienen composiciones químicas diferentes. En la realización representada en la figura 1, la operación de mezclado se lleva a cabo a través de una adición independiente, al recipiente 24 de mezclado, de dos corrientes independientes de licor sobrenadante 32 y 33. Alternativamente, la operación de mezclado se puede llevar a cabo en un recipiente de premezclado, antes del recipiente 24 de mezclado.

Adicionalmente, los licores sobrenadantes 32 y 33 pueden requerir un mezclado adicional con una corriente adicional de licor de proceso Bayer, la cual puede ser un licor sobrenadante de otra corriente de una balsa de sedimentación dentro del área de sedimentación, y/o una corriente de licor de otra parte del proceso Bayer. En la realización representada en la figura 1, el licor sobrenadante a neutralizar en el recipiente 24 de mezclado se produce a partir de una mezcla de dos corrientes independientes 32 y 33 de licor sobrenadante y otra corriente 35 recuperada de la filtración de trihidrato de aluminio en el paso 14. La selección de las corrientes 32 y 33 de licores sobrenadantes de balsas diferentes y de la corriente 35 de licor de proceso Bayer, y el mezclado de estas corrientes se logran, ambos, de manera que el licor sobrenadante resultante a neutralizar en el recipiente 24 de mezclado tiene una relación molar de carbonato a aluminio de como mucho 30:1, preferentemente inferior a 15:1. En la realización representada en la figura 1, la operación de mezclado se lleva a cabo a través de la adición independiente, al recipiente 24 de mezclado, de tres corrientes independientes de 32, 33 y 35. Alternativamente, la operación de mezclado se puede llevar a cabo en un recipiente de premezclado, antes del recipiente 24 de mezclado.

Al recipiente 24 de mezclado se le suministra una solución que contiene magnesio y calcio disueltos, en este caso agua marina 34, junto con un floculante 50. El agua marina 34 actúa de manera que neutraliza el licor sobrenadante. Esto provoca la precipitación de hidrotalcita con una estructura química que captura aluminio y otras impurezas en el licor sobrenadante 32, retirándolas así de la fase líquida.

El floculante 50 se selecciona para provocar una interacción entre los cristales de hidrotalcita con el fin de conseguir que los mismos se unan entre sí. Esto produce conglomerados de cristales de hidrotalcita. Los conglomerados tienen una densidad que es mayor que la densidad de cristales de hidrotalcita sueltos, y, tal como ha observado el solicitante, se obtiene como resultado que los conglomerados tengan unas propiedades de sedimentación mejoradas en comparación con cristales de hidrotalcita sueltos. Esto es importante en el contexto del tratamiento de grandes cantidades de desechos del proceso Bayer a velocidades que sean iguales o similares a las velocidades a las que se generan los desechos por parte de una planta industrial que produce alúmina.

Para garantizar que los licores sobrenadantes de las corrientes 32 y 33 incluyendo el licor de la corriente 35, se neutralizan y que se produce una precipitación completa de hidrotalcita, se suministra agua de mar al recipiente 24 de mezclado en cantidades que son por lo menos el doble de la cantidad de licor sobrenadante 32 suministrado al recipiente 24 de mezclado. No obstante, en la práctica, la relación de agua 34 de mar con respecto al licor sobrenadante suministrado al recipiente 24 de mezclado, que está constituido por la corriente de licores sobrenadantes 32 y 33 e incluye el licor de la corriente 35, se sitúa en la relación de 2,5:1 a 10:1. El exceso de agua marina 34 proporciona un efecto de dilución y, por lo tanto, no tiene ningún impacto sobre la neutralización y la precipitación de hidrotalcita. El exceso de aguamarina 34 también proporciona un amortiguador contra el riesgo de un efluente de baja calidad en caso de que se produzca una precipitación de hidrotalcita inferior a la sustancialmente completa.

El floculante 50 adicionado al recipiente 24 de mezclado comprende floculante de poliacrilamida de baja anionicidad. No obstante, en lugar de este floculante pueden utilizarse floculantes que consigan las mismas propiedades o propiedades similares de interacción con la hidrotalcita.

El solicitante ha observado que pueden lograrse velocidades de sedimentación de por lo menos 7 m/h con una dosificación de floculante al recipiente 24 de mezclado, de 500 g/t de sólidos en la alimentación a un decantador 26, incluyendo sólidos recirculados alimentados por una línea 46 de recirculación. No obstante, la velocidad de dosificación real del floculante se ajusta dependiendo de la carga de sólidos en la alimentación al decantador 26. Específicamente, las dosis de floculante se incrementan para una carga mayor de sólidos en la lechada neutralizada 44 con el fin de garantizar que hay disponible floculante suficiente para conseguir una interacción con la hidrotalcita que dé como resultado una formación de conglomerados de hidrotalcita suficientemente densa.

Aunque el floculante 50 se puede adicionar directamente al proceso, pueden controlarse las velocidades de dosificación del floculante diluyendo el mismo antes de suministrarlo al proceso. Por ejemplo, el floculante se puede diluir inicialmente con agua dulce en una ubicación remota con respecto al recipiente 24 de mezclado y, a continuación, se puede diluir adicionalmente a la concentración requerida (es decir, aproximadamente 500 g/t) en una ubicación próxima al recipiente 24 de mezclado. La dilución inicial puede ser con agua dulce para lograr un floculante en el intervalo de 1,0 a 3,0 g/l, y la dilución adicional puede ser a 0,5 hasta 1,0 g/l. La dilución adicional, de acuerdo con la realización mostrada en las Figuras 1 y 2, comprende la adición de agua marina a la solución de floculante diluida inicialmente. Alternativamente, el floculante se puede diluir a la velocidad de dosificación requerida en el proceso en un único paso de dilución.

La lechada neutralizada 44 se envía a una etapa de espesamiento en forma de un decantador 26. Las condiciones dentro del decantador 26 son relativamente tranquilas de manera que la hidrotalcita se sedimenta en una forma relativamente compactada en la base del decantador 26. La fase líquida cerca de la parte superior del decantador 26 contiene niveles muy bajos de hidrotalcita, por ejemplo inferiores a 10 mg/L, y contiene niveles muy bajos de aluminio y metales pesados disueltos. Esta fase líquida se deja fluir desde el decantador 26 en forma de un efluente clarificado 38.

Aunque puede que sea necesario cierto procesado adicional, la carga de contaminantes del efluente clarificado 38 se encuentra en unos niveles que permiten considerar la descarga del efluente clarificado 38 al entorno.

La hidrotalcita compactada en la base del decantador 26 se extrae como hundido en forma de una lechada compactada 36. El control de las condiciones en el recipiente 24 de mezclado y el decantador 26 produce una carga de sólidos en la lechada compactada 36 de por lo menos 120 g/L, y de hasta 200 g/L. Una parte de la lechada compactada 36 se envía a una planta 40 de deshidratación para deshidratar la lechada compactada 36 con vistas a prepararla para la posterior eliminación de la hidrotalcita, o la misma se puede reciclar e inyectar en la corriente de lodo residual para una eliminación conjunta sin deshidratación.

Otra parte de la lechada compactada 36 se hace volver al recipiente 24 de mezclado por medio de la línea 46 de recirculación. La finalidad de esto es proporcionar partículas de hidrotalcita al recipiente 24 de mezclado como germen para fomentar la precipitación de hidrotalcita y como parte de la reacción de neutralización. La finalidad es también incrementar la carga de sólidos de la lechada neutralizada 44 hasta aproximadamente 15 g/L. Específicamente, el solicitante cree que la consecución de unas velocidades de sedimentación suficientes y la consecución de una lechada de hidrotalcita adecuadamente compactada en el decantador 26 requieren que la carga de sólidos en la alimentación al decantador 26, según esta realización, sea de aproximadamente 15 g/L. No obstante, se prevé que esta carga objetivo de sólidos en la alimentación al decantador 26 pueda variar en función de los equipos de la planta y de la química del proceso. Sin embargo, el solicitante reconoce la importancia de mantener una carga suficientemente alta de sólidos en la lechada neutralizada 44 como factor que afecta a la sedimentación y compactación de partículas de hidrotalcita en el decantador 26.

En referencia a la Figura 2, el solicitante reconoce que la lechada compactada 36 se puede enviar por medio de la línea 52 de recirculación a una línea de alimentación que transporta lechada neutralizada 44 al decantador 26.

La lechada compactada 36 también se recicla al decantador 26 por medio de la línea 54 de recirculación. La finalidad de este reciclado es someter a cizalladura la hidrotalcita sedimentada de manera que permanezca en una forma compactada como lechada sin afectar significativamente a la carga de sólidos del hundido extraído del decantador 26. La recirculación normalmente se mantendría de manera continua con el fin de mantener las hidrotalcitas en forma de lechada.

Aunque la Figura 1 muestra floculante 50 adicionado directamente al recipiente 24 de mezclado, es posible hacer funcionar el proceso añadiendo, de forma adicional y alternativa, el floculante, por medio de una línea 60 de alimentación, a la aportación de agua marina 34 al recipiente 24 de mezclado, por medio de una línea 56 de alimentación a la lechada neutralizada 44 enviada al decantador 26 ó por medio de una línea 58 de alimentación directamente al decantador 26. La adición de floculante por medio de una línea 60 de alimentación puede ser parte de un proceso de adición de floculante de dos pasos, llevándose a cabo el segundo paso mediante la adición de floculante 50 al agua marina 34. La adición de floculante 50 directamente al recipiente 24 de mezclado por medio de la línea 56 de alimentación o por medio de la línea 58 de alimentación es representativa de la dilución del floculante, en una sola etapa, al nivel final de dosificación de floculante y del suministro al proceso mediante las líneas de alimentación mencionadas.

El solicitante prevé que la realización del proceso mostrado en las Figuras 1 y 2 es capaz de producir velocidades de sedimentación de hidrotalcita superiores a 5 m/h y posiblemente superiores a 10 m/h. Esto permite que el proceso se haga funcionar a escala industrial con el fin de tratar más de 5 GL/año de licor sobrenadante obtenido como desechos de un proceso Bayer. Esto significa que el proceso descrito en esta realización puede tratar desechos de proceso Bayer a una velocidad aproximadamente equivalente a la velocidad a la que se producen los desechos.

Aunque se han descrito varias realizaciones específicas del aparato y del método, debe apreciarse que el aparato y el método se pueden materializar en muchas otras formas.

Por ejemplo, el proceso descrito en la presente y mostrado en la Figura 1 y 2 es un proceso continuo, por lo menos con respecto al tratamiento de licor sobrenadante 32. En otras palabras, el licor sobrenadante 32 se extrae continuamente de la balsa 22 de sedimentación, y se suministra una corriente continua del licor 32 al recipiente 24 de mezclado, junto con un suministro continuo de agua marina 34, lechada compactada recirculada 36 y floculante 50. Opcionalmente, también se extrae continuamente licor sobrenadante 33 de la balsa 22 de sedimentación, y, al recipiente 24 de mezclado, se suministran dos corrientes continuas de licores sobrenadantes 32 y 33 así como otra corriente 35 de licor de proceso Bayer, junto con un suministro continuo de agua marina 34, lechada compactada recirculada 36 y floculante 50. La selección y la mezcla de corrientes 32, 33 y 35 se controlan de manera que la composición resultante de las corrientes 32, 33 y 35 suministradas continuamente al recipiente 24 de mezclado tiene una relación molar de carbonato de sodio con respecto a aluminio, de como mucho 30:1, preferentemente inferior a 15:1. Del recipiente 24 de mezclado sale una corriente continua de lechada neutralizada 44, y la misma se suministra de forma continua al decantador 26. La lechada compactada 36 se recicla continuamente hacia el decantador 26 por medio de la línea 54. El efluente clarificado 38 y la lechada compactada 36 salen del decantador 26 en forma, respectivamente, de rebose y hundido. No obstante,

no es necesario que el proceso se desarrolle de una manera totalmente continua y el alcance del proceso no se limita a un funcionamiento totalmente continuo. Por consiguiente, se apreciará que el paso o pasos mencionados de entre los correspondientes del proceso descritos en la presente se pueden desarrollar por lotes.

En las reivindicaciones que se ofrecen seguidamente, y en la descripción anterior, excepto cuando el contexto exija lo contrario debido al lenguaje explícito o a implicaciones necesarias, el vocablo “comprender” y sus variantes, tales como “comprende” o “comprendiendo”, se usan en un sentido inclusivo, es decir, para especificar la presencia de las características mencionadas pero sin excluir la presencia o adición de otras características en diversas realizaciones del aparato y el método que se dan a conocer en la presente.

REIVINDICACIONES

1. Proceso para tratar unos desechos de un proceso Bayer que comprenden una lechada que contiene residuos de bauxita y aluminio disuelto, comprendiendo el proceso los pasos de:

(a) suministrar los desechos a un área de sedimentación para conseguir que los residuos de bauxita se sedimenten con respecto a la lechada, produciendo así un licor sobrenadante;

(b) neutralizar el licor sobrenadante con una solución que contiene magnesio y calcio para producir una lechada neutralizada que contiene hidrotalcitas precipitadas;

(c) espesar la lechada neutralizada para producir un efluente clarificado y una lechada compactada que contiene las hidrotalcitas precipitadas; recircular una corriente de lechada compactada hacia el licor sobrenadante alimentado al paso de neutralización (b) y/o directamente hacia el paso de neutralización (b); y

(d) eliminar el efluente clarificado y la lechada compactada por separado.

2. Proceso según la reivindicación 1, caracterizado por que la cantidad de lechada compactada que se hace recircular se selecciona con el fin de lograr una carga de sólidos de por lo menos 10 g/L en la lechada neutralizada enviada al paso de espesamiento (c).

3. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el proceso comprende, además, hacer recircular una corriente de la lechada compactada hacia el paso de espesamiento (c).

4. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que los desechos se suministran en el paso (a) a una pluralidad de balsas del área de sedimentación, y caracterizado por que el proceso incluye, además, seleccionar licores sobrenadantes de diferentes balsas que tienen diferentes composiciones químicas y mezclar los licores sobrenadantes seleccionados para producir el licor sobrenadante a neutralizar en el paso (b).

5. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el proceso incluye, además:

- seleccionar una corriente de licor de proceso Bayer que tiene una composición química diferente al licor sobrenadante producido en el paso (a) o los licores sobrenadantes seleccionados, y

- mezclar la corriente seleccionada de licor de proceso Bayer con dicho(s) licor(es) sobrenadante(s) producido(s) en el paso (a) para producir el licor sobrenadante a neutralizar en el paso (b).

6. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 4 y 5, caracterizado por que el paso de selección de licores sobrenadantes de diferentes balsas y/o una corriente de licor de proceso Bayer, y el paso de mezclar entre sí el licor sobrenadante producido en el paso (a), los licores sobrenadantes seleccionados de diferentes balsas y/o la corriente seleccionada de licor de proceso Bayer, se materializan, ambos, de manera que el licor sobrenadante a neutralizar en el paso (b) tiene una relación molar de carbonato a aluminio de como mucho 30:1.

7. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el proceso comprende, además, un paso de adición de floculante, seleccionado para conseguir una interacción con hidrotalcita, a los pasos (b) y/o (c) o a una o más aportaciones a los pasos (b) y/o (c).

8. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el paso de neutralización (b) conlleva el suministro del licor sobrenadante y la solución a un recipiente de mezclado y conlleva el control de condiciones en el recipiente de mezclado para producir una lechada neutralizada que posibilita una velocidad de sedimentación de por lo menos 5 m/h en un paso de espesamiento.

9. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el paso de neutralización (b) comprende, además, controlar el suministro de licor sobrenadante y solución de tal manera que las aportaciones de licor sobrenadante y la solución proporcionan una relación molar de magnesio con respecto a aluminio del orden de por lo menos 4:1.

10. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la solución es agua marina y el agua marina y el licor sobrenadante se suministran en una relación en volumen que supera la relación en volumen requerida para lograr una precipitación de hidrotalcita sustancialmente completa.

11. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el paso de espesamiento (c) se controla para producir la lechada compactada con una carga de hidrotalcita de >100 g/L.

12. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el proceso comprende, además, hacer recircular una corriente de lechada compactada hacia un decantador que recibe lechada neutralizada del paso de neutralización (b), de tal manera que la carga de hidrotalcita de la lechada neutralizada y la lechada compactada combinadas alimentadas al decantador es >15 g/L.

13. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el peso de espesamiento (c) se controla, además, para producir un efluente clarificado que tiene una carga de hidrotalcita de <10 mg/L.

14. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el paso de eliminación (d) conlleva retirar hidrotalcita de la lechada compactada mediante deshidratación de una corriente de la lechada compactada producida en el paso de espesamiento (c).

15. Planta para el tratamiento de unos desechos de un proceso Bayer que comprenden una lechada que contiene residuos de bauxita y aluminio disuelto, comprendiendo la planta:

(a) un área de sedimentación para recibir los desechos del proceso Bayer, en donde el área de sedimentación está adaptada para conseguir que los residuos de bauxita se sedimenten con respecto al licor, produciendo, así, un licor sobrenadante;

(b) un recipiente de mezclado para recibir el licor sobrenadante y solución que contiene magnesio y calcio, estando adaptado el recipiente para mezclar el licor sobrenadante y la solución, de tal manera que se forma una lechada neutralizada con hidrotalcitas precipitadas en una forma y en cantidades adecuadas para separar las hidrotalcitas de la lechada neutralizada mediante un proceso de espesamiento;

(c) un espesador para recibir la lechada neutralizada y para producir un efluente clarificado y una lechada compactada que contiene las hidrotalcitas precipitadas; y líneas de suministro para hacer recircular lechada compactada desde el espesador al recipiente de mezclado o una línea de suministro para transportar la lechada neutralizada desde el recipiente de mezclado al espesador.

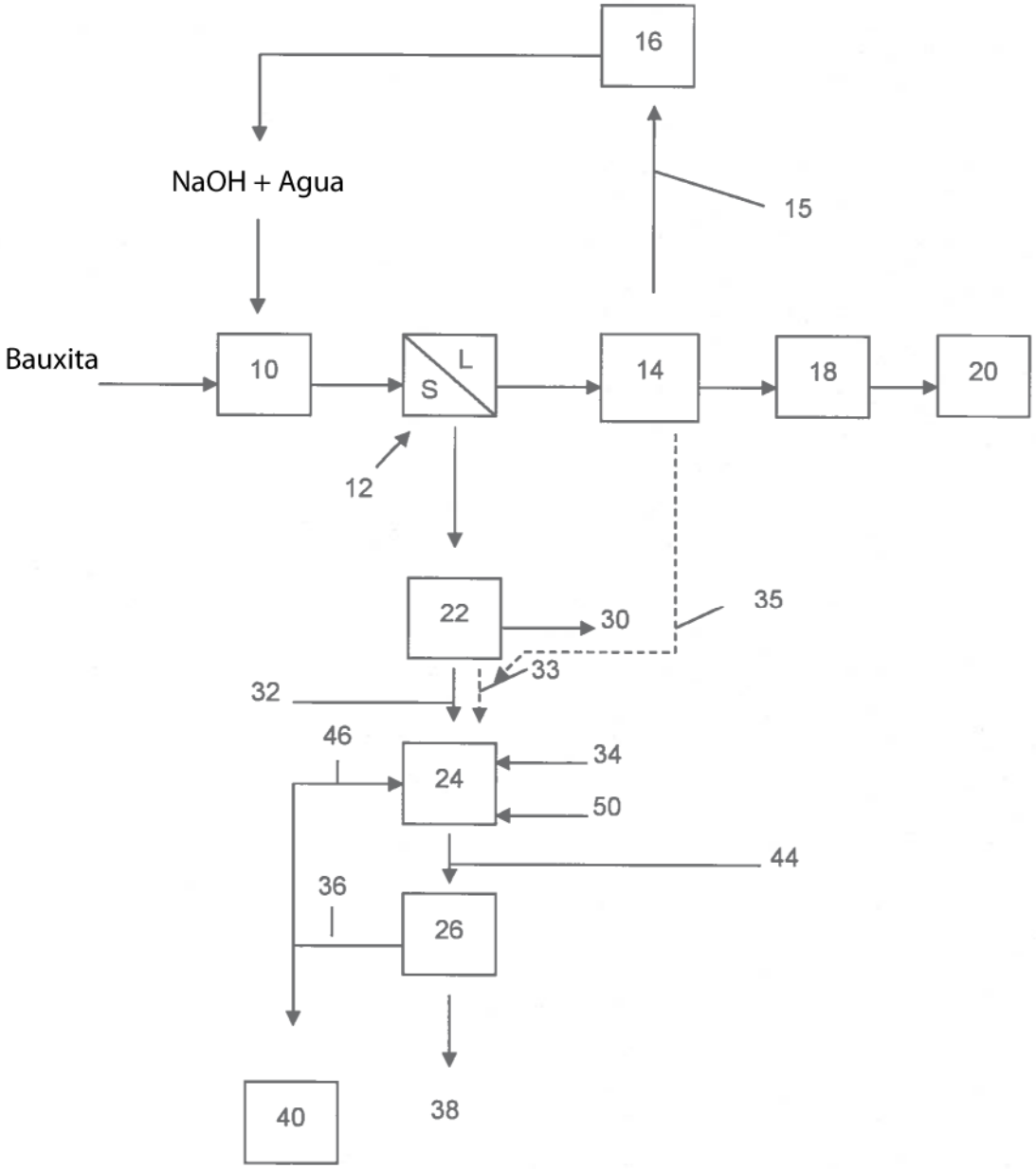
16
NaOH + Agua
15
Bauxita
10
L
S
14
18
20
12
22
30
35
33
32
46
24
34
50
44
36
26
40
38

FIGURA 1

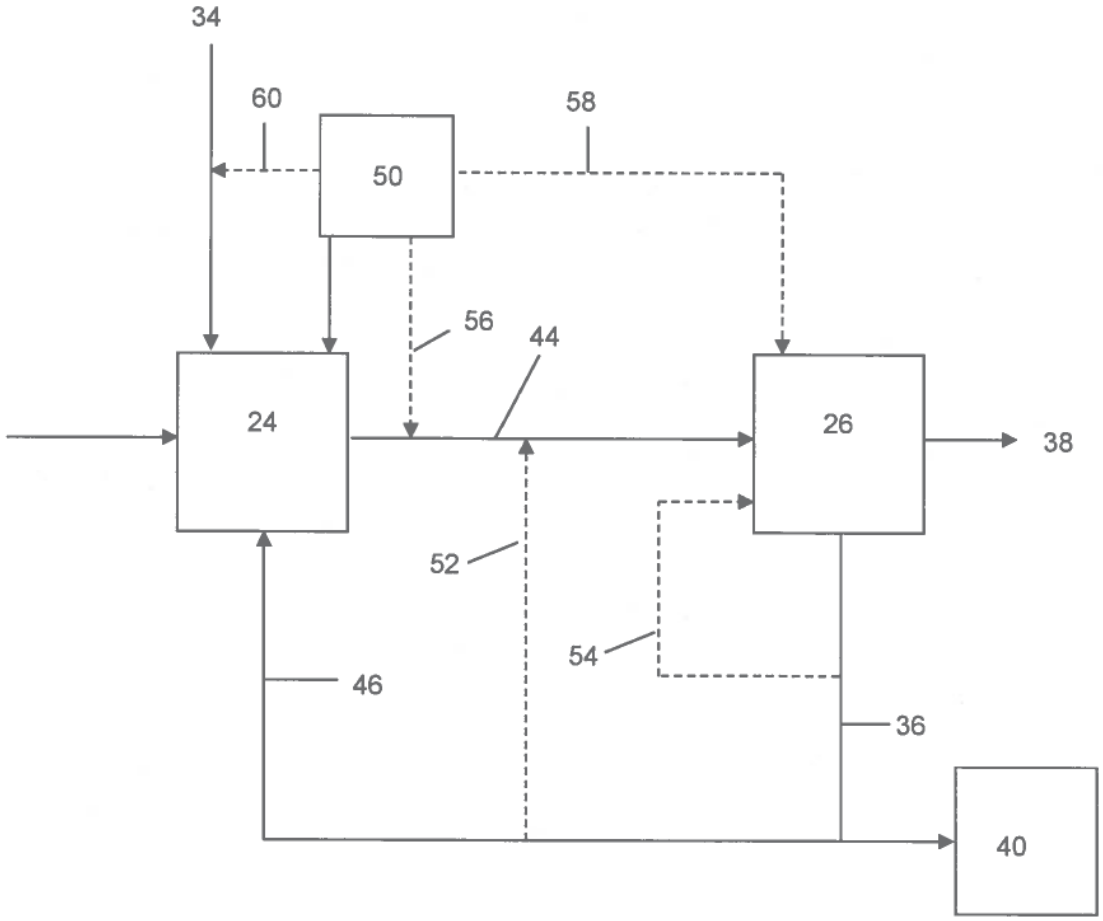

FIGURA 2