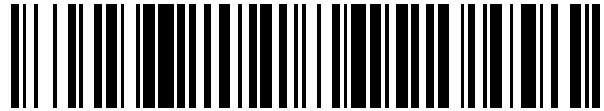


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 350**

51 Int. Cl.:

B01F 7/24 (2006.01)

B09B 3/00 (2006.01)

C22B 3/00 (2006.01)

C01G 49/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.05.2011 PCT/FI2011/050508**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.12.2011 WO11151521**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2011 E 11789313 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.05.2017 EP 2576039**

54 Título: **Método y aparato para homogeneizar y estabilizar residuos férricos**

30 Prioridad:

04.06.2010 FI 20100237

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

08.08.2017

73 Titular/es:

**OUTOTEC (FINLAND) OY (100.0%)
Rauhalanpuisto 9
02230 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**LEHTINEN, LEENA;
LAHTINEN, MARKO;
NYMAN, BROR;
HAAKANA, TIMO y
TIIHONEN, JARI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 629 350 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

Método y aparato para homogeneizar y estabilizar residuos férricos

Campo de la invención

5 La invención se refiere a un método y aparato para convertir residuos férricos que contienen pequeñas cantidades de materiales pesados solubles que se generan en un proceso hidro-metalúrgico en estructuras estables por medio de un agente neutralizante. El residuo se separa por medios hidráulicos y el residuo hidro-separado se introduce en al menos un reactor de estabilización y homogenización, dentro del cual también se introduce un agente neutralizante. La mezcla homogénea del residuo y del agente neutralizante se lleva a cabo por medio de un mezclador helicoidal, en el cual el diámetro del mezclador con relación al diámetro del reactor es de 0,75-0,99.

10 Antecedentes de la invención

Los residuos sólidos generados en procesos hidro-metalúrgicos, tales como los diferentes tipos de depósitos férricos y residuos de lixiviación, contienen generalmente pequeñas cantidades de metales pesados solubles tales como cinc, cadmio, cobalto, níquel, arsénico y antimonio. Estos tipos de residuos requieren un pretratamiento, en el cual se estabilizan antes de almacenarlos en un vertedero, de forma que los metales pesados no se disuelvan de los 15 residuos. Los métodos de pretratamiento conocidos efectuados tanto separadamente como en conjunto incluyen por ejemplo lavado de los residuos, neutralización y precipitación de los metales tipo con hidróxidos, precipitación de los metales tipo con sulfuros, aislamiento del vertedero de las aguas subterráneas y compactado de los compuestos solubles con, por ejemplo, cemento, fosfatos o cal.

20 La precipitación con sulfuros en un método eficaz para compactar los metales pesados, pero los costos adicionales en los que incurre el método así como la gran cantidad de agua derivada al vertedero se puede considerar como un inconveniente. Debido a la gran cantidad de agua involucrada, se tienen que construir en el vertedero paredes multi capa y un sistema de recogida de agua para evitar que el agua se filtre del vertedero a las aguas subterráneas.

25 El proceso de producción de zinc es un proceso típico en el cual se generan residuos férricos. El proceso de producción a partir de concentrados de sulfuro de zinc de acuerdo con un enfoque comprende tostar el concentrado, filtrar la calcita, es decir, el óxido de zinc que se obtiene, en el cual el óxido de zinc se lixivia con una solución que contiene ácido sulfúrico para formar una solución de sulfato de zinc en lo que se denomina lixiviación neutra. La solución de sulfato de zinc se envía en general por medio de la purificación de la solución a la recuperación electrolítica. Los residuos insolubles de la lixiviación neutra constan de zinc, ferrita y sulfuro que se forman en el tueste, y los residuos se tratan en una fuerte etapa de lixiviación ácida para lixiviar la ferrita, de forma de recuperar el 30 zinc asociado. El hierro se precipita como jarosita, goetita o hematita, siendo la jarosita la más corriente. A menudo los residuos se someten a flotación para separar los sulfuros de los depósitos férricos. El concentrado del sulfuro de zinc se puede también enviar por ejemplo a la etapa de fuerte lixiviación ácida sin tostar o la lixiviación completa del concentrado se puede realizar sin tostar y los residuos que se generan contienen hierro y sulfuro del concentrado.

35 La eliminación de los residuos férricos generados en el proceso de lixiviación del concentrado de zinc y de otros metales equivalentes debe tener lugar de manera que los residuos finales o rechazados sean lo menos solubles como sea posible, por lo que cualquier pequeño residuo de metal pesado que pueda quedar en ello no cause problemas. La hematita es muy poco soluble, pero su producción requiere generalmente procesos en autoclave, que elevan los costos del proceso.

40 Se han realizado intentos para resolver el problema del almacenamiento de los residuos férricos, por ejemplo, como se presenta en la publicación de la patente CA 1079496 y la publicación de Ek, C. "Jarosite treatment and disposal by the 'Jarochaux' process," Simposio Internacional sobre el Control del Hierro en la hidrometalurgia, Octubre 19-22. 1986, Toronto, Parte VII páginas 719-729, que describe el procedimiento Jarochaux. De acuerdo con este método, un residuo férrico, que puede ser jarosita u otro posible compuesto férrico, se mezcla con un compuesto de calcio. El compuesto de calcio puede por ejemplo ser cal viva, cal apagada o lechada de cal. Como resultado de las 45 reacciones físico químicas se forman terrones esféricos, con un diámetro de 1-20 cms. El sulfato de los residuos férricos reacciona con el calcio y forma yeso, el cual por su parte forma un esqueleto dentro del terrón de jarosita y una corteza alrededor del terrón. El método consta de las etapas siguientes: la primera etapa es el filtrado, seguida de la hidro-separación hasta unos sólidos que contienen alrededor de 50 g/l, a continuación el espesado y filtrado del espesante desbordado (contenido de sólidos aproximadamente 200 g/l), secado por aire de los residuos en un filtro, después de lo cual el contenido de humedad es de alrededor del 35%. Desde el filtro los residuos se llevan por 50 medio de una cinta transportadora a un mezclador de tornillo, dentro del cual también se lleva la cal en forma de polvo. Cuando los residuos férricos son principalmente jarosita, la cantidad de cal (CaO) a añadir es del 6-16% de la cantidad de los sólidos secos de los residuos. Cuando el residuo es goetita, la cantidad de cal necesaria es menor. De acuerdo con los ejemplos en la publicación de la patente, el reactor mezclador de los residuos tiene forma de lavadora y está equipado con dos palas mezcladoras rotando opuestas entre sí.

55 De acuerdo con el método descrito en la publicación de la patente IT 1290886, los residuos que contienen metales pesados se estabilizan añadiendo hidróxido cálcico, ácido orto fosfórico o sus sales dentro de los residuos en forma

de solución acuosa, y agua si fuera necesario, con objeto de obtener una pasta de consistencia uniforme. El inconveniente de este método es que los residuos se tienen que secar antes de almacenarlos en el vertedero.

La neutralización de la cal es viable para casi todos los tipos de residuos e incluso los antiguos vertederos se tienen que tratar por medio de la adición de cal. Sin embargo, el método tiene la desventaja de que los residuos generados no son de una calidad uniforme. Como resultado de la neutralización no uniforme, algo del material queda no neutralizado y en algo del material el pH puede alcanzar un valor tan alto que dé lugar a la descomposición de la jarosita.

Otro método adicional para la eliminación de los residuos férricos, especialmente la jarosita, es el procedimiento Jarofix, descrito por ejemplo en el artículo de Seyer, S. et al "Jarofix: Addressing Iron Disposal in the Zinc Industrie", JOM, Diciembre 2001, páginas 32-35. La parte inicial del método es similar a la del procedimiento Jarochaux descrito anteriormente, es decir, el residuo de jarosita se hidro-separa, se espesa y la cal se mezcla con los residuos, pero después este cemento se añade posteriormente al residuo para compactar los residuos. El cemento permite la estabilización física y química a largo plazo de los residuos férricos. Por supuesto, el uso del cemento o como agente compactador estabiliza bien la jarosita, pero también añade costos extras al procedimiento. La publicación de la patente finlandesa FI 84787 B describe un reactor mezclador adecuado para convertir residuos férricos que contienen pequeñas cantidades de metales pesados solubles que se generan en un proceso metalúrgico de lixiviación en estructuras estables por medio de una precipitación a pH controlado. Un mezclador está situado dentro del reactor y el aparato está destinado para mezclar dos líquidos entre sí o un líquido y un sólido y separar simultáneamente un líquido del otro líquido o del sólido. El aparato está compuesto por un reactor de tres partes, cuya sección superior es cilíndrica, siendo la sección siguiente de forma cónica y siendo la sección inferior la parte tubular de recogida. En los bordes del reactor están dispuestos unos deflectores. El mezclador consiste en dos bobinas tubulares simétricas que rodean el eje y un cono protector fijado en la sección inferior del mezclador, con objeto de evitar que los flujos entren en la zona de reacción y succionen las gotas líquidas ascendentes. Los líquidos a tratar y el posible agente neutralizante se introducen en la parte superior del reactor. Los materiales tratados se descargan por la parte inferior del reactor. El diámetro del mezclador es 0,5-0,75 x el diámetro del reactor, lo cual significa en la práctica que la zona agitada es sólo la mitad del volumen del reactor. El mezclador también se extiende dentro de la sección cónica del reactor y la distancia de las bobinas tubulares del eje mezclador disminuye en correspondencia de forma que la relación entre el diámetro del mezclador con respecto al diámetro del reactor permanece al nivel anterior. El reactor y el mezclador tienen por objeto mezclar tanto dos líquidos como un líquido y un sólido y la descripción del equipo revela que los contenidos en sólidos de cualquier lodo que pueda ser generado no son elevados. La mezcla en la sección inferior del mezclador es más débil, de forma que las fases se separan tras las reacciones que han tenido lugar durante la mezcla. En la sección inferior del reactor el objetivo es evitar que los sólidos pasen a la sección superior del reactor.

La patente WO 2006/024691 describe un método mediante el cual los residuos férricos generados en la producción hidro-metalúrgica de zinc se neutralizan y se sulfuran con objeto de estabilizar los metales perjudiciales que quedan en dichos residuos. La patente WO 2006/024691 describe una alternativa para reducir la humedad de los residuos férricos aumentando en consecuencia los contenidos sólidos de los mismos. Una de las alternativas para reducir la humedad de los residuos férricos es realizar la neutralización y la sulfatación en un lodo de alta densidad, por lo cual se pueden eliminar al menos parcialmente los problemas relativos a la eliminación del agua. La patente WO 2006/024691 establece también que se necesita un mezclador especial para lodos de alta densidad. Se sugiere la centrifugación como un medio alternativo para elevar el contenido en sólidos de los residuos férricos.

Propósito de la invención

El propósito de la invención aquí presentada es eliminar los inconvenientes de los métodos descritos anteriormente y describir un método y un aparato, que permitirán la formación a partir de residuos férricos de una pasta de desecho de calidad uniforme con un contenido muy alto en sólidos que son sencillos de almacenar, por medio de un agente neutralizante. Si no existen compuestos perjudiciales en el desecho, se puede utilizar, por ejemplo, para mejorar la tierra. Tras el tratamiento, la pasta de desecho homogénea se transporta directamente al lugar de almacenamiento, en el cual se endurece formando una masa sólida sin ninguna separación de la solución de la masa dentro del lugar. De acuerdo con este método, una ventaja adicional del material estabilizado es que la superficie de contacto del agua de lluvia con la pasta de desecho estabilizada es considerablemente menor en comparación con los residuos en forma de polvo.

Resumen de la invención

La invención se refiere a un método para convertir residuos férricos generados en un proceso hidro-metalúrgico que contienen pequeñas cantidades de metales pesados en una estructura estable por medio de un agente neutralizante, en el cual primeramente se hidro-separan los residuos. Los residuos hidro-separados se introducen en al menos un reactor de estabilización u homogenización, dentro del cual también se introduce un agente neutralizante, y la mezcla homogénea junto con los residuos y el agente neutralizante se realiza por medio de un mezclador helicoidal, en el cual la relación entre el diámetro del mezclador con respecto al diámetro del reactor es de 0,75 - 0,99.

De acuerdo con una realización de la invención, el agente neutralizante se introduce dentro del reactor de estabilización en forma de polvo.

De acuerdo con otra realización de la invención, el agente neutralizante se introduce dentro del reactor de estabilización en forma de lodo.

- 5 Es normal en el método de acuerdo con la invención que el agente neutralizante sea un compuesto de calcio y/o magnesio.

La invención también se refiere a un aparato para convertir residuos férricos generados en un proceso hidro-metalúrgico que contienen pequeñas cantidades de metales pesados en una estructura estable por medio de un agente neutralizante, en el cual los residuos se hidro-separa primeramente en un reactor hidro-separador. Los
10 residuos hidro-separados se introducen en al menos un reactor de estabilización u homogenización, cuya parte superior es cilíndrica y la sección inferior tiene la forma de un cono que se va estrechando hacia abajo, y en el que los residuos y el agente neutralizante se introducen dentro de la sección superior del reactor, y la pasta homogénea se retira de la sección inferior del reactor, estando equipado el reactor con un mezclador, que contiene al menos dos
15 barras helicoidales que giran alrededor de un eje y sujetas al eje por medio de brazos de sujeción, y colocadas simétricamente entre sí y en el que la relación del diámetro del mezclador con respecto al diámetro del reactor es 0,75-0,99.

De acuerdo con una realización de la invención, el mezclador se compone de dos partes, por lo que la parte superior, en la cual la distancia de las barras helicoidales al eje es la misma a lo largo de la altura total de la sección mezcladora, está situada en la parte cilíndrica del reactor y la sección inferior, en la cual la distancia de las barras
20 helicoidales al eje disminuye cónicamente hacia la sección inferior del mezclador, está situada en la parte cónica que se va estrechando hacia abajo del reactor.

De acuerdo con una realización de la invención, el número de brazos que sujetan las barras helicoidales a diferentes alturas puede ser de 4 a 8. Lo normal del mezclador es que los brazos de sujeción mantengan un ángulo de entre 0 y 65° con respecto a la horizontal dependiendo de la posición de los brazos de sujeción en el mezclador con la
25 sección del mezclador.

Cuando el mezclador, de acuerdo con la invención, se compone de dos partes, las barras helicoidales de las secciones superior e inferior del mezclador están desplazadas preferiblemente entre sí.

Es típico del aparato de acuerdo con la invención que las barras helicoidales del reactor circunden el eje entre 0,5 - 2 veces y que el ángulo de paso de las barras helicoidales este comprendida entre 15-45° con respecto al horizontal, preferiblemente entre 25 - 35°.
30

De acuerdo con una realización de la invención, la relación entre el diámetro del mezclador con respecto al diámetro del reactor debe estar comprendida entre 0,85 - 0,95.

De acuerdo con una configuración del aparato de acuerdo con la invención, las placas guía que están dirigidas oblicuamente hacia el interior desde el borde del reactor están dispuestas en la sección superior del reactor de neutralización para guiar el flujo de lodos, y se extienden hacia el interior una distancia comprendida entre el 3-8% del diámetro del reactor.
35

Lista de dibujos

La figura 1 presenta un diagrama de flujo del proceso, y

La figura 2 es una sección vertical de un reactor y mezclador agitado de acuerdo con la invención.

40 Descripción detallada de la invención

La invención se refiere a un método y a un aparato para neutralizar y estabilizar residuos que contienen hierro y pequeñas cantidades de metales pesados. De acuerdo con la invención, la estabilización tiene lugar por medio de un método en el cual los residuos se estabilizan dentro de una pasta de desecho homogénea de modo que la masa completa que se forma tiene un tamaño uniforme y no forma solamente un esqueleto y una concha de cal. Lo
45 residuos pueden contener en adición a la jarosita residuos férricos, por ejemplo residuos sulfurosos generados en la lixiviación directa del zinc. Además de la jarosita, los residuos férricos pueden también contener otros compuestos férricos tales como goetita o hidróxidos. Los residuos férricos pueden también provenir de otros procesos diferentes de la producción de zinc, aunque se ha encontrado que es especialmente adecuado para ello. Dado que la pasta de desecho no contiene componentes nocivos, se puede utilizar por ejemplo para mejorar el sustrato.

Los términos reactor de neutralización y reactor de estabilización utilizados en el texto se refieren al mismo reactor, y de forma semejante los términos agente neutralizante y agente estabilizante se refieren a la misma sustancia.

Un gráfico simple del proceso del método se presenta en la figura 1. En la primera etapa del método, una torta filtrada de los residuos 1 se hidro-separa en el reactor de hidro-separación 2 en un lodo homogéneo. Dependiendo

del contenido de humedad de los residuos, la hidro-separación se puede efectuar en el agua contenida en los residuos a filtrar o añadiendo adicionalmente agua. Los residuos hidro-separados se llevan por medio por ejemplo de una bomba al reactor de estabilización o de homogenización 3, en el cual tiene lugar la neutralización utilizando un agente neutralizante o estabilizante 4 apropiado, como puede ser un compuesto apropiado de calcio y/o de magnesio. El agente estabilizante depende de la composición de los residuos a tratar. El agente estabilizante se puede introducir en forma seca o en forma de lodo acuoso y se introduce preferentemente dentro de los lodos. Además de un agente estabilizante seco, también se puede introducir en el reactor agua, según se requiera. Puede haber uno o varios reactores de estabilización. La pasta de desecho estabilizada y homogenizada 6 se extrae de la sección inferior del reactor utilizando por ejemplo una bomba.

En la primera etapa del método de acuerdo con la invención, los residuos que salen del filtro se hidro-separan en el reactor de hidro-separación 2 en un lodo homogéneo. En esta etapa no se agrega ningún agente estabilizante. De este modo se puede asegurar que los residuos a estabilizar son siempre es de una calidad uniforme antes de que se lleven a contacto con el agente estabilizante. Por esta razón, las reacciones entre los residuos y las químicas estabilizantes en el reactor de estabilización tienen lugar de manera controlada. El método de acuerdo con la invención permite la eliminación de las desventajas de los métodos descritos anteriormente, tales como las variaciones en el pH causadas por neutralizaciones irregulares. Un valor de pH demasiado alto puede causar la descomposición del material a estabilizar, por ejemplo, la jarosita.

Las reacciones de estabilización controlada dan lugar a una pasta de desecho homogénea, que se puede transporta directamente al vertedero en el cual se endurecerá formando una masa sólida sin ninguna separación de la solución de la masa en el vertedero. En los métodos descritos anteriormente, las reacciones pobremente controladas conducen a la generación de terrones no uniformes, que pueden tener un diámetro de hasta 20 centímetros, pero por otra parte también materiales pulverulentos. De acuerdo con el método, una ventaja añadida del material homogéneo estabilizado es una superficie de contacto considerablemente menor entre el agua de lluvia y los residuos estabilizados en comparación con los residuos un pulverulentos o tipo polvo.

Como muestra la figura 2 con más detalle, la sección superior 5 del reactor de estabilización 3 consta preferentemente de un cilindro vertical y la sección inferior 6 de un cono que se va estrechando hacia abajo. El ángulo del cono es preferiblemente de entre 45 y 75°. Los lodos a neutralizar se introducen en la sección superior del reactor, dentro del cual las placas guía 7 están colocadas convenientemente para guiar el flujo hacia el centro. Las placas se extienden desde el borde del reactor oblicuamente hacia el interior una distancia que es alrededor de entre el 3-8% del diámetro del reactor. La pasta de desecho neutralizada y estabilizada se elimina del fondo de la sección cónica inferior bien por gravedad o forzadamente. El reactor de neutralización está equipado con el mezclador 8, el cual en la realización mostrada en la figura 2 está compuesto por dos partes, que consisten en la sección mezcladora superior 9 y la sección mezcladora inferior 10. Ambas partes del mezclador son solidarias al mismo eje vertical 11. De acuerdo con una segunda alternativa, las piezas del mezclador pueden estar integradas.

Ambas partes del mezclador están compuestas de al menos dos barras helicoidales 12 y 13 que envuelven y sujetas al eje. Las barras helicoidales están colocadas simétricamente entre sí de modo que la distancia desde el eje es la misma cuando se mide a la misma altura. El ángulo de paso de las barras helicoidales es de 15-45° con respecto a la horizontal, preferiblemente de 25-35°. Las barras helicoidales están sujetas sobre el eje 11 por medio de brazos de sujeción 14, que está situados a 2-6 diferentes alturas en cada sección mezcladora dependiendo de la altura de la propia sección mezcladora. En particular el número de brazos de sujeción en la sección superior es de alrededor de 3-6. Cuando el mezclador es una parte, los brazos de sujeción están situados a 4-8 diferentes alturas. En cada sección mezcladora los brazos de sujeción están en un ángulo de 0 - 65° con respecto a la horizontal dependiendo de la posición del brazo de sujeción en el mezclador. Los brazos de sujeción actúan no sólo como elementos de sujeción para las barras helicoidales, sino también como miembros mezcladores en la sección central del reactor y propician la consecución de una mezcla homogénea.

En la sección mezcladora superior la distancia de las barras helicoidales al eje es la misma a lo largo de la sección mezcladora, pero en la sección mezcladora inferior la distancia de las barras helicoidales al eje disminuye cónicamente hacia la parte inferior del mezclador. El mezclador 8 está colocado en el reactor 3 de forma que su sección mezcladora cónica inferior 10 está situada en la sección cónica 6 del reactor. Cuando el mezclador es de tipo integrado, las barras helicoidales son continuas desde la base hasta el tope superior. Cuando el mezclador se compone de dos secciones mezcladoras, las barras helicoidales en la sección mezcladora inferior están desplazadas preferiblemente en relación con las barras helicoidales de la sección mezcladora superior. La relación entre el diámetro del mezclador o de las partes mezcladoras con respecto al reactor es de alrededor de 0,75-0,99, preferiblemente de 0,85- 0,95, de forma que el conjunto del material en el reactor se mezcla uniformemente.

No existen deflectores o conos protectores en el reactor de estabilización, porque los materiales mezclados juntos son o bien de tipo pasta o bien el agente neutralizante es un sólido puro pulverulento y el producto a generar es de tipo pasta. Dependiendo de la altura del reactor, las barras helicoidales rodean 0,5-2 veces el eje. El mezclador está revestido preferiblemente de algún material adecuado antiadherente tipo teflón.

Las pruebas realizadas han demostrado que un mezclador compuesto de barras helicoidales y sus brazos de sujeción permiten que los residuos férricos sean tratados y que el agente neutralizante se mezcle muy

homogéneamente dentro de una masa tipo pasta, en la cual las partículas individuales de los residuos férricos y el agente neutralizante no se pueden distinguir. De manera semejante, se ha encontrado que los residuos formados son muy estables, de manera que la cantidad de metales pesados disueltos en ellos está por debajo de los valores guía fijados.

5 Ejemplos

Ejemplo 1

Una torta de filtro de residuos, que contenía jarosita y elementos sulfurosos, se hidro-separó en un reactor hidro-separador en un lodo homogéneo. El contenido de humedad de los residuos era del 39%. El lodo se bombeó a un caudal de 120 l/h desde el reactor hidro-separador al reactor de estabilización, dentro del cual se introdujo una cantidad a razón de 29 kg/h de hidróxido cálcico seco. Se introdujeron 8 l/h de agua dentro del reactor de estabilización durante la alimentación del hidróxido cálcico. El volumen efectivo del reactor de estabilización fue de 30 dm³. La estabilización se llevó a cabo a temperatura ambiente. El proceso duró cinco horas. Durante el proceso, los 200 litros del residuo estabilizado que se formó se recogieron en barriles. Se recogieron muestras de residuo estabilizado durante el proceso. El material estabilizado se vertió en una base plana, en la cual se supervisó el comportamiento del material. El material se dejó toda la noche para endurecerse. El material se endureció y no tenía agua. No fue posible distinguir partículas separadas de los residuos férricos y del agente neutralizante en una estructura dividida y endurecida. Se realizó una prueba de solubilidad de la pasta estabilizada endurecida de desecho de acuerdo con la norma EU EN-12457-3. Los resultados de la prueba de la pasta nociva arrojaron que estaban dentro de los límites fijados en la directiva EU.

20 Ejemplo 2

En el ejemplo número 1 de las disposiciones de prueba descritas se repitieron con la diferencia de que el reactor de estabilización de acuerdo con la invención se reemplazó por un mezclador de tornillo. El resultado fue una pasta no homogénea con grumos, en la cual la cal no reaccionada era claramente detectable.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para convertir residuos férricos que contienen pequeñas cantidades de metales pesados solubles que se generan en un proceso hidro-metalúrgico en un formato estable por medio de un agente neutralizante, por medio del cual los residuos, primero, se hidro-separan en un reactor de hidro-separación (2) y los residuos hidro-separados se llevan a al menos un reactor de estabilización u homogenización (3), cuya sección superior (5) es cilíndrica, y cuya sección inferior (6) tiene una forma parecida a un cono que se estrecha hacia abajo, y en el cual los residuos y el agente neutralizante se introducen en la sección superior del reactor y la pasta homogenizada se elimina de la sección inferior del reactor; estando equipado el reactor con un mezclador (8), que contiene al menos dos barras helicoidales (12,13) que rodean al eje y sujetas en el eje (11) por medio de brazos de sujeción (14), en el que dichas barras helicoidales están situadas simétricamente entre sí y en el que la relación del diámetro del mezclador con respecto al diámetro del reactor de estabilización es de 0,75-0,99 y en el que no existen deflectores o conos protectores en el reactor de estabilización.
2. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el mezclador (8) está constituido por dos secciones (9,10), por lo que la sección superior del mezclador (9), en la que la distancia de las barras helicoidales de la misma (12,13) del eje (11) es la misma a lo largo de toda la altura de la sección mezcladora, está situada en la parte cilíndrica (5) del reactor de estabilización y la sección inferior del mezclador (10), en la que la distancia de las barras helicoidales de la misma (12,13) del eje va disminuyendo cónicamente hacia el fondo del mezclador, está situada en la sección del reactor de forma parecida a un cono que se estrecha hacia abajo.
3. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 o con la 2, caracterizado porque el número de brazos de sujeción (14) que sujetan las barras helicoidales (12,13) a diferentes alturas es de 4-8.
4. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque las barras helicoidales de las secciones superior e inferior del mezclador están desplazadas entre sí.
5. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 o con la 2, caracterizado porque las barras helicoidales (12,13) rodean el eje (11) 0,5-2 veces.
6. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 o con la 2, caracterizado porque el ángulo de paso de las barras helicoidales con respecto a la horizontal es de 15-45°, preferiblemente de 25 - 35°.
7. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 o con la 2, caracterizado porque los brazos de sujeción (14) en el mezclador (9,10) forman un ángulo de 0 - 65° con respecto a la horizontal dependiendo de la posición del brazo de sujeción en el mezclador o en la sección mezcladora.
8. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 o con la 2, caracterizado porque la relación del diámetro del mezclador con respecto al diámetro del reactor de estabilización es de 0,85-0,95.
9. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque las placas guía están situadas en la sección superior del reactor de estabilización (3), dirigidas oblicuamente hacia dentro desde los bordes del reactor para guiar el flujo de lodos y se extienden hacia dentro una distancia que es del 3-8% del diámetro del reactor.
10. Un método realizado en un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 para convertir residuos férricos generados en un proceso hidro-metalúrgico, que contienen pequeñas cantidades de materiales pesados solubles, en una estructura estable por medio de un agente neutralizante, comprendiendo el método las siguientes etapas:
- hidro-separar (2) primeramente los residuos,
 - introducir los residuos hidro-separados en al menos un reactor de estabilización o de homogenización (3),
 - introducir en el reactor de estabilización u homogenización (3) un agente neutralizante (4), y
 - mezclar conjuntamente de manera homogénea los residuos y el agente neutralizante por medio de un mezclador helicoidal (8), en el cual la relación entre el diámetro del mezclador (8) y el diámetro del reactor (3) es de 0,75-0,99.
11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado porque el agente neutralizante se introduce en el reactor de estabilización en forma de polvo.
12. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado porque el agente neutralizante se introduce en el reactor de estabilización en forma de lodo.
13. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado porque el agente neutralizante es un compuesto de calcio y/o magnesio.

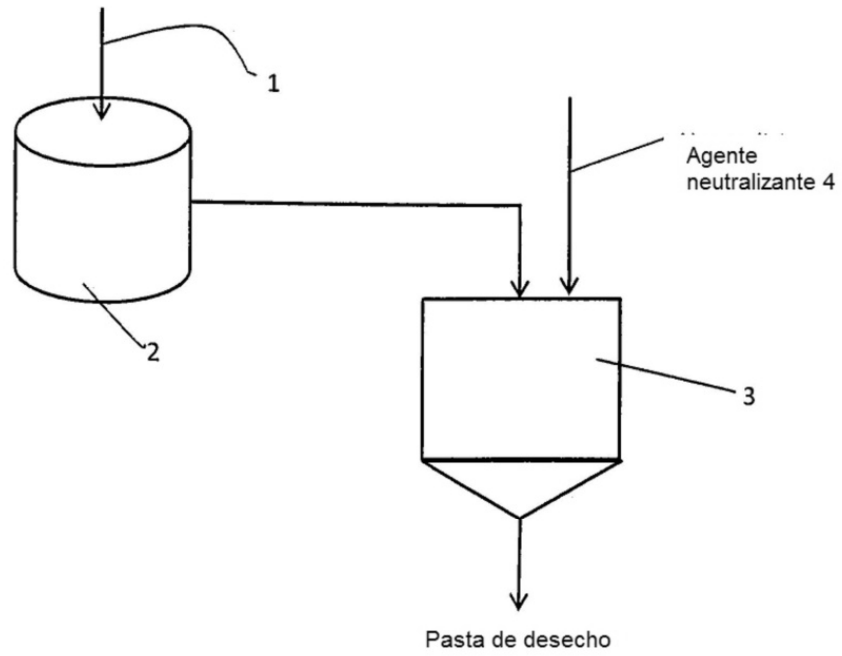


FIG. 1

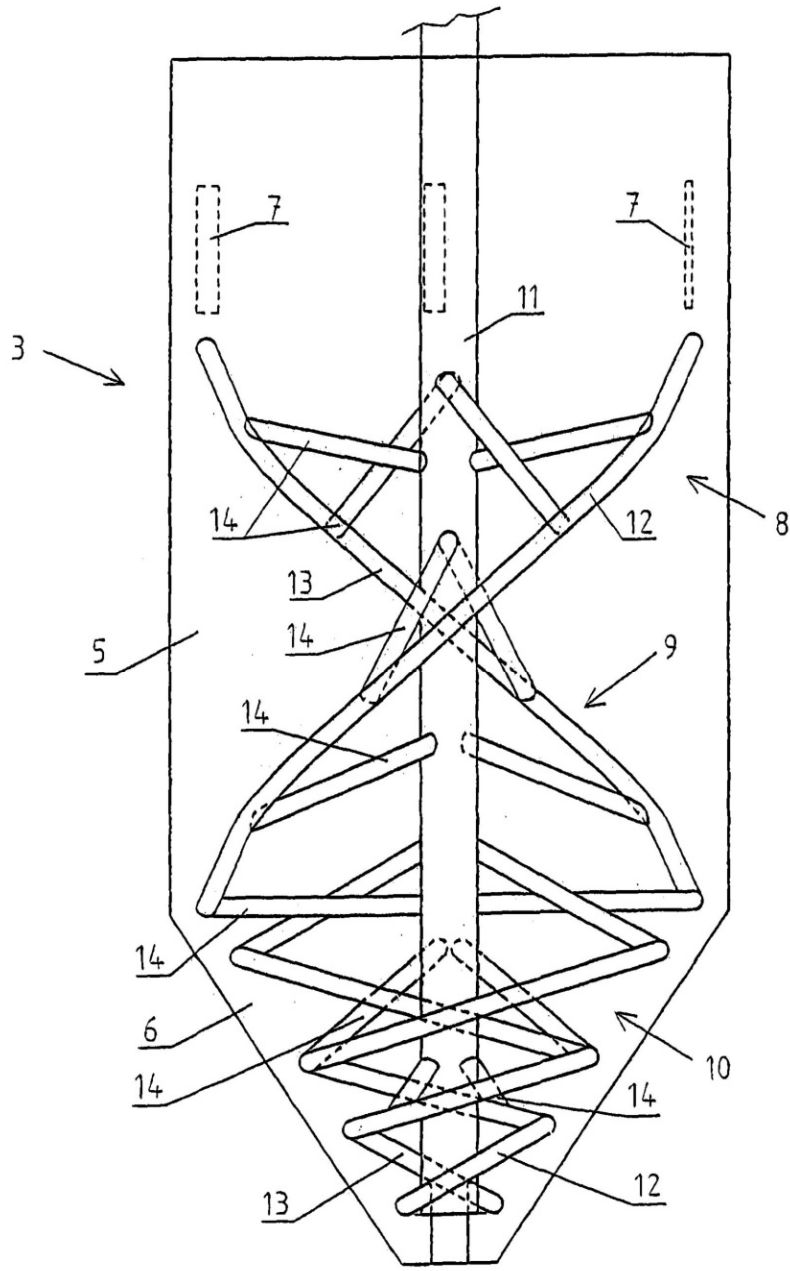


FIG. 2