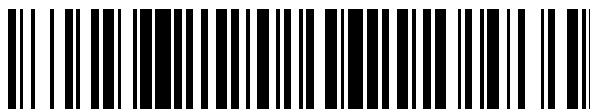


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 436**

51 Int. Cl.:

C02F 11/06 (2006.01)
C02F 1/66 (2006.01)
C02F 1/72 (2006.01)
C02F 1/74 (2006.01)
C02F 11/12 (2009.01)
C02F 11/14 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.12.2015** **PCT/IB2015/059320**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.06.2016** **WO16088073**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.12.2015** **E 15823772 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.02.2019** **EP 3227239**

54 Título: **Procedimiento para el tratamiento de productos de desecho, en particular, lodos de depuración**

30 Prioridad:

04.12.2014 IT MI20142086

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

24.09.2019

73 Titular/es:

NEWLISI S.P.A. (100.0%)
Via S.Primo 4
20121 Milano, IT

72 Inventor/es:

MARINI, ROBERTO

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 725 436 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 para el tratamiento de productos de desecho, en particular, lodos de depuración

La presente invención se refiere a un procedimiento para el tratamiento de productos de desecho, en particular, lodos de depuración que proceden de procedimientos de depuración de aguas residuales mediante tratamientos de tipo mecánico, biológico y/o físico-químico.

Como se sabe, las aguas residuales, tanto de tipo urbano como industrial, deben ser sometidas a procedimientos de depuración a fin de reducir tanto como sea posible su impacto medioambiental, reduciendo la carga contaminante de tipo tanto biológico como físico-químico. Estos procedimientos de depuración combinan generalmente tratamientos mecánicos y tratamientos de tipo biológico (por ejemplo el uso de microorganismos capaces de metabolizar los contaminantes) y/o de tipo físico-químico (es decir, tratamiento de calor con agentes químicos que causan la descomposición de los contaminantes, con la formación de productos que no son peligrosos para el medio ambiente). Durante estos procedimientos de depuración, se acumulan los llamados "lodos de depuración", que están compuestos esencialmente de lodos primarios, es decir, partículas suspendidas encontradas en las aguas residuales, que pueden ser separadas al inicio del procedimiento de depuración por sedimentación, y de lodos secundarios, es decir, los sedimentos obtenidos después del procedimiento de tratamiento biológico y/o químico. Debe apuntarse que, dentro del contexto de la presente descripción y las reivindicaciones adjuntas, el término "lodos de depuración" hace referencia tanto a lodos de depuración en el sentido verdadero, es decir, lodos primarios y secundarios que proceden de una planta de depuración de aguas residuales en la que se usan tratamientos físico-químicos, y los llamados "lodos de exceso", es decir, lodos primarios y secundarios que proceden de una planta de depuración de aguas residuales en la que se usan tratamientos biológicos.

Dependiendo del tipo de procedimiento de depuración usado y la naturaleza de las aguas residuales tratadas, los lodos de depuración pueden tener una composición considerablemente variable. Los lodos de depuración obtenidos a partir de procedimientos físico-químicos, por ejemplo, pueden contener una cantidad considerable de productos inorgánicos, tales como, por ejemplo, cal hidratada y floculantes, basados habitualmente en sales de hierro y/o aluminio, así como coagulantes orgánicos basados en polielectrolitos, añadidos generalmente para ayudar a la floculación y sedimentación del material en partículas y para capturar y separar cualesquiera contaminantes orgánicos presentes en las aguas residuales a ser depuradas. En otros casos, en particular cuando se usan procedimientos de depuración de tipo biológico, los lodos de depuración contienen esencialmente productos orgánicos que tienen una estructura compleja, tales como proteínas, glicoproteínas, lípidos, carbohidratos, polisacáridos y similares.

El tratamiento y desecho de los lodos de depuración representan un problema considerable desde el punto de vista medioambiental y económico, y afectan significativamente a los costes de operación de una planta de depuración de aguas residuales. Tales lodos se desechan normalmente por medio de deshidratación mecánica e incineración posterior, en solitario o mezclados con la fracción orgánica del residuo urbano, o se depositan en vertederos, con costes obvios y riesgos medioambientales considerables. En el caso de lodos que tengan un alto contenido de materia orgánica, estos pueden ser adecuados para la producción de fertilizantes para uso agrícola, habitualmente después de sufrir un procedimiento de compostaje adecuado, obviamente solo si sus características cumplen los requisitos de la ley en vigor para este tipo de mejoradores de suelos. Sin embargo, estos lodos tienen a menudo un contenido de productos contaminantes, en particular metales pesados y/o otros productos tóxicos, que es demasiado alto para permitir su reutilización en la agricultura.

Se conocen procedimientos para el tratamiento de diversas clases de productos de desecho, lodos de depuración en particular, que disminuyen el contenido de contaminantes químicos y/o biológicos y disminuyen en un grado significativo el volumen de los lodos en sí.

El procedimiento descrito en la solicitud de patente internacional WO 2011/036550, a nombre del mismo Solicitante, es particularmente eficaz. Tal procedimiento comprende las siguientes etapas: (a) hidrólisis oxidante ácida de la carga entrante; (b) hidrólisis oxidante alcalina de la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante ácida; (c) acondicionar químicamente la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante alcalina; (d) separar el residuo no disuelto, si hubiera alguno. Mediante tal procedimiento, es posible oxidar completamente un alto porcentaje de la fracción orgánica presente en los lodos, mientras que la fracción restante es transformada en compuestos solubles en agua que no son dañinos para el medio ambiente. Cualquier residuo sólido que quede después del tratamiento puede ser separado fácilmente mediante técnicas habituales de deshidratación mecánica, sedimentación o filtración, y puede usarse, por ejemplo, como mejorador de suelos en la agricultura, sometido al cumplimiento con los requisitos de las leyes.

El Solicitante ha considerado ahora el problema de mejorar el procedimiento según la solicitud de patente internacional WO 2011/036550, en particular con respecto a los rendimientos en términos de la reducción de los productos sólidos suspendidos y la reducción en el consumo de reactivos químicos, que puede ser alto, especialmente en la etapa de acondicionamiento químico de la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante alcalina. Durante esta etapa, de hecho, el pH debe ser disminuido hasta valores sustancialmente neutros, para obtener, al final del procedimiento, un producto neutro que pueda ser desechado fácilmente. Además, esta etapa de neutralización permite enviar el fluido tratado a una etapa de recuperación de calor, útil para garantizar un balance energético ventajoso para la economía del procedimiento global, que se lleva a cabo ventajosamente en un fluido sustancialmente neutro a fin de evitar problemas de corrosión de los intercambiadores de calor.

El Solicitante ha encontrado ahora que estos y otros objetivos pueden conseguirse llevando a cabo una etapa de separación en la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante ácida, de la que se obtienen los siguientes: (a) una fase líquida ácida que se envía a la etapa de neutralización de la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante alcalina; y (b) una fase sólida que se envía como carga a la etapa de hidrólisis oxidante alcalina. De esta manera, se obtiene una reducción considerable en el volumen de la carga entrante a la etapa de hidrólisis oxidante alcalina, y por consiguiente una reducción considerable en el consumo del reactivo alcalino requerido para llevar la carga al valor de pH necesario para llevar a cabo la hidrólisis oxidante alcalina. Al mismo tiempo, enviar la fase líquida ácida a la etapa de neutralización permite una reducción drástica en el consumo del reactivo ácido requerido para la neutralización de la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante alcalina. Dependiendo de las condiciones específicas del procedimiento, la fase líquida ácida puede ser suficiente para obtener la neutralización deseada, mientras que en otros casos, puede ser necesario no obstante añadir un reactivo ácido fresco, cuyo consumo es, en cualquier caso, reducido considerablemente.

La presente invención se refiere por lo tanto a un procedimiento para el tratamiento de productos de desecho, en particular lodos de depuración, que comprende:

realizar una hidrólisis oxidante ácida de una carga de desecho entrante;

realizar una hidrólisis oxidante alcalina de la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante ácida;

neutralizar la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante alcalina;

separar el residuo sólido, si hubiera alguno, que quede después de la etapa de neutralización;

en donde la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante ácida se somete a una etapa de separación para obtener: (a) una fase líquida ácida que se alimenta a la etapa de neutralización de la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante alcalina; y (b) una fase sólida que se alimenta como carga a la etapa de hidrólisis oxidante alcalina.

Según una realización preferida, la carga saliente de la etapa de neutralización se envía a una etapa de intercambio de calor para recuperar el calor presente en la carga en sí, que puede usarse, por ejemplo, para precalentar la carga entrante a la etapa de hidrólisis oxidante ácida.

El procedimiento según la presente invención se lleva a cabo preferiblemente para el tratamiento de lodos de depuración, en particular lodos de depuración obtenidos después de un procedimiento de depuración de aguas residuales, de origen urbano y/o industrial, donde dicho procedimiento de depuración puede llevarse a cabo por medio de medios físico-químicos y/o biológicos.

Si bien el procedimiento de la presente invención está destinado en particular para el tratamiento de lodos de depuración, también puede usarse para el tratamiento de otros productos de desecho, en particular productos de desecho que tienen un alto contenido de materia orgánica, tales como: residuos orgánicos que proceden del procesamiento de productos de plantas, por ejemplo restos de procesamiento de la industria agroalimentaria; lixiviados que proceden de vertederos de desechos urbanos y/o industriales; suero de leche; la fracción orgánica de desechos sólidos urbanos (SUW, por sus siglas en inglés).

Los productos de desecho a ser tratados pueden ser sometidos posiblemente a una etapa preliminar de disgregación mecánica, en la que los productos de desecho se cortan a fin de reducir a pulpa y desgarrar cualesquiera sólidos presentes y romper las estructuras similares a copos formadas por los microorganismos presentes en gran cantidad, especialmente si los productos de desecho son lodos de depuración de tipo biológico (es decir, lodos de exceso). Esta etapa de disgregación mecánica es ventajosa, ya que permite una reducción en la duración de los tratamientos ácidos y alcalinos posteriores, con un aumento en los rendimientos globales del procedimiento.

La etapa de hidrólisis oxidante ácida permite obtener una oxidación casi completa de las sustancias susceptibles a oxidación a pH ácido y modificar químicamente el material residual no oxidado para hacerlo más fácilmente atacable por el tratamiento oxidante alcalino posterior. En particular, la etapa de hidrólisis oxidante ácida permite la oxidación de: polisacáridos, en particular celulosa y derivados y poliglucósidos; glicéridos y otros ésteres de ácidos grasos; proteínas, y en particular proteínas complejas tales como glicoproteínas, lipoproteínas, fosfolípidos, sulfoproteínas, sustancias sulfuradas tales como compuestos sulfonados, sulfitados, sulfatados, tioderivados, sulfonas; derivados fenólicos y polifenólicos; etc.

La etapa de hidrólisis oxidante ácida se lleva a cabo preferiblemente a un valor de pH que varía de 0,1 a 5,0, más preferiblemente de 1,0 a 3,5. La temperatura en tal etapa está comprendida preferiblemente entre 35°C y 100°C, más preferiblemente entre 50°C y 90°C. La masa a ser tratada es mantenida preferiblemente en movimiento por medio de agitación mecánica, mientras que la duración del tratamiento puede variar dentro de amplios intervalos, dependiendo de las características del producto de desecho específico a ser tratado (generalmente un tiempo que varía de 40 minutos a 360 minutos es suficiente).

La carga de los productos de desecho entrantes se acidifica hasta un valor de pH deseado mediante la adición de un compuesto ácido orgánico o inorgánico. Este puede seleccionarse, por ejemplo de: ácidos hidrohálicos (por ejemplo

HCl, HBr); ácidos minerales oxigenados de nitrógeno, fósforo, azufre, halógenos (por ejemplo H_2SO_4 , HNO_3 , H_3PO_4 , HClO_4 , etc.); sulfatos y fosfatos ácidos de metales alcalinos y/o alcalinotérreos; ácidos mono- y dicarboxílicos (por ejemplo ácido fórmico, ácido acético, ácido cloroacético, ácido oxálico, ácido malónico, ácido succínico, ácido glutárico, ácido adípico, ácido tartárico, ácido maleico, ácido fumárico); y similares. Tales compuestos ácidos se alimentan habitualmente a la carga a ser tratada en la forma de dispersiones o disoluciones acuosas.

La etapa de hidrólisis oxidante alcalina posterior permite una degradación adicional de las sustancias que quedan después de la etapa de hidrólisis oxidante ácida mediante hidrólisis (saponificación) y oxidación, permitiendo al mismo tiempo obtener la precipitación de los metales pesados oxidados en la etapa ácida, con la formación de los hidróxidos insolubles correspondientes en un entorno acuoso. Por ejemplo, en esta etapa, las agliconas liberadas durante la etapa ácida previa, los compuestos orgánicos que contienen enlaces amida, proteínas celulares complejas, peptonas, triglicéridos no hidrolizados o solo hidrolizados parcialmente en la fase ácida, etc., son oxidados.

La etapa de hidrólisis oxidante alcalina se lleva a cabo preferiblemente a un valor de pH que varía de 8,0 a 12,0, más preferiblemente de 9,0 a 11,0. En esta etapa, la temperatura está comprendida preferiblemente entre 35°C y 100°C, más preferiblemente entre 50°C y 90°C. La masa a ser tratada es mantenida preferiblemente en movimiento por medio de agitación mecánica, mientras que la duración del tratamiento puede variar dentro de amplios intervalos, dependiendo de las características del producto de desecho específico a ser tratado (generalmente un tiempo que varía de 40 minutos a 360 minutos es suficiente).

La carga obtenida de la etapa de hidrólisis oxidante ácida previa puede ser llevada al valor de pH deseado mediante la adición de un compuesto alcalino orgánico o inorgánico, seleccionado por ejemplo de: hidróxidos de metales alcalinos o alcalinotérreos; sales de reacción básicas, tales como carbonatos, silicatos, boratos, fosfatos; alcoholatos o carboxilatos de metales alcalinos o alcalinotérreos; y similares. Tales compuestos alcalinos se alimentan generalmente a la carga a ser tratada en la forma de dispersiones o disoluciones acuosas.

Tanto las etapas de oxidación ácida como alcalina requieren la adición de un agente oxidante a la carga entrante, que puede ser el mismo para ambas etapas o diferente, y puede seleccionarse preferiblemente de:

(a) aire o aire enriquecido con oxígeno insuflado en la masa a ser tratada, u oxígeno líquido regasificado in situ, que, en un entorno ácido, da lugar a la siguiente semirreacción redox:



(b) un peróxido inorgánico, seleccionado, por ejemplo, de: peróxido de hidrógeno (H_2O_2), ozono, perboratos, percarbonatos, perurea, peroximonosulfatos, peroxidisulfatos; peroxifosfatos;

(c) un peróxido orgánico, seleccionado, por ejemplo, de: perácidos, peróxidos de monoalquilo, peróxidos de dialquilo, peróxidos de acilo, peróxidos cíclicos, ozónidos.

(d) compuestos oxidantes inorgánicos no de peróxido, tales como hipocloritos, cloritos, cloratos, permanganatos.

De acuerdo con la presente invención, la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante ácida se somete a una etapa de separación para obtener: (a) una fase líquida ácida que se envía a la etapa de neutralización de la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante alcalina; y (b) una fase sólida que se envía como carga a la etapa de hidrólisis oxidante alcalina. Por lo tanto, se añade un compuesto alcalino a la fase sólida (b) para obtener el valor de pH deseado. El hecho de haber separado previamente la fase líquida ácida (a) permite la reducción considerable en los volúmenes a ser tratados y, sobre todo, en el consumo de los reactivos, es decir, del compuesto alcalino y del agente oxidante, con ventajas evidentes en términos operacionales y económicos.

La etapa de separación llevada a cabo sobre la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante ácida puede llevarse a cabo por medio de dispositivos conocidos, tales como por ejemplo sedimentadores, filtros, espesadores dinámicos, centrifugas u otros dispositivos.

A fin de mejorar el rendimiento de la etapa de separación, para obtener una separación sustancialmente completa de los sólidos suspendidos, impidiendo así que estos, al permanecer en suspensión, sean introducidos en la etapa de neutralización sin ser sometidos a la etapa de hidrólisis oxidante alcalina, puede ser ventajoso añadir al menos un floculante a la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante ácida, lo que permite arrastrar y agregar los sólidos suspendidos para separarlos de una manera sustancialmente completa. Como la carga a ser sometida a la etapa de separación es fuertemente ácida, no es posible usar floculantes usados habitualmente tales como cal, y por lo tanto es preferible usar polielectrolitos catiónicos o aniónicos, productos que son bien conocidos en la técnica.

La fase líquida ácida obtenida de la etapa de separación se alimenta a la etapa de neutralización de la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante alcalina, para obtener el acondicionamiento de la carga hasta que se obtiene un valor de pH cercano a la neutralidad (generalmente de 5,5 a 7,5).

En algunos casos, particularmente cuando el volumen de la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante alcalina se reduce considerablemente con respecto al volumen de la fase líquida ácida (a) obtenida de la etapa de separación,

puede ser necesario alimentar una disolución alcalina a la etapa de neutralización, en una cantidad tal que se obtenga el valor de pH deseado.

La carga saliente de la etapa de neutralización, aún caliente, se envía preferiblemente a una etapa de intercambio de calor a fin de recuperar calor para ser usado para las etapas de hidrólisis oxidantes previas. Debe apuntarse que la carga saliente de la etapa de neutralización está aún caliente, debido tanto al calor suministrado en las etapas de hidrólisis oxidantes previas como al calor desarrollado durante la etapa de neutralización, dado que la reacción ácido-base es exotérmica.

Finalmente, la carga saliente al final del tratamiento puede someterse opcionalmente a una etapa de separación adicional, a fin de separar cualquier residuo sólido que pueda haber quedado después del tratamiento. La separación puede llevarse a cabo, también en este caso, por medio de sedimentadores, filtros, espesadores dinámicos, centrífugas u otros dispositivos.

Cualquier residuo sólido así obtenido puede someterse a prensado y/o otros procedimientos de deshidratación mecánica o térmica, y usarse para diferentes fines, dependiendo de su composición, por ejemplo, como mejorador de suelos en la agricultura.

La fase líquida saliente de la etapa de separación adicional puede ser desechada según las normativas en vigor, sin necesidad de ningún arreglo particular, ya que sus características químicas y biológicas no son particularmente críticas.

La fase líquida mencionada anteriormente también puede reutilizarse, por ejemplo mediante un reciclado a un procedimiento de depuración opcional que se lleve a cabo corriente arriba del procedimiento de tratamiento según la presente invención, teniendo generalmente dicha fase líquida características tales que no alteren significativamente el procedimiento de depuración. En algunos casos, por el contrario, esta fase líquida requiere un reacondicionamiento adecuado, a fin de eliminar cualesquiera productos presentes que puedan afectar al procedimiento de depuración, en particular cuando este es un procedimiento de depuración de tipo biológico, que requiere un control extremadamente preciso de las condiciones de operación de los microorganismos responsables de la depuración de las aguas residuales.

La presente invención se describirá adicionalmente ahora con referencia a las figuras siguientes, en las que:

La Figura 1 es una representación esquemática del procedimiento según la presente invención.

Con referencia a la Figura 1, la carga entrante de productos de desecho, opcionalmente sometidos previamente a una etapa de disgregación mecánica como se indica anteriormente, se alimenta a un primer reactor (1) donde se lleva a cabo la etapa de hidrólisis oxidante ácida (OxAc) introduciendo un compuesto ácido y un agente oxidante, como se describió anteriormente, en el reactor, y manteniendo la temperatura en el valor preestablecido.

La carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante ácida se somete después a una etapa de separación como se describió anteriormente, por ejemplo mediante la introducción en un primer sedimentador (2) donde tiene lugar la separación de una fase líquida ácida (a) y una fase sólida (b). Esta última se alimenta a un segundo reactor (3) y se somete a la etapa de hidrólisis oxidante alcalina (OxAlk), introduciendo un compuesto alcalino y un agente oxidante, como se describió anteriormente, en el reactor, y manteniendo la temperatura en el valor preestablecido. La fase líquida ácida (a), por otra parte, se alimenta a un reactor (4) de neutralización, situado corriente abajo del segundo reactor (3). Como se ilustra en la Figura 1, puede alimentarse opcionalmente un compuesto ácido adicional al reactor (4) de neutralización, si la fase líquida ácida (a) no es suficiente para obtener el acondicionamiento deseado de la carga saliente del segundo reactor (3). En otros casos, puede alimentarse opcionalmente un compuesto alcalino al reactor (4) de neutralización, si la fase líquida ácida (a) está en exceso con respecto a la cantidad de carga alcalina a ser neutralizada.

Una vez que es neutralizada, la carga se somete preferiblemente después a una etapa de intercambio de calor en un intercambiador (5) de calor, para recuperar el calor presente en la carga, debido tanto al calentamiento que procede de las etapas de hidrólisis oxidante ácida y alcalina previas como también al calor de neutralización desarrollado durante la neutralización en el mezclador (4).

Finalmente, la carga saliente del intercambiador (5) de calor, en el caso donde aún contenga una cantidad significativa de residuos sólidos, se envía a una etapa de separación adicional llevada a cabo, por ejemplo, en un segundo sedimentador (6). Después, el residuo sólido es descargado del fondo del sedimentador (6) y enviado a etapas de transformación adicionales ilustradas anteriormente, mientras que la fase líquida sobrenadante puede ser desechada o reutilizada como ya se describió, por ejemplo mediante un bombeo a un procedimiento de depuración del que el producto de desecho tratado puede proceder.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para tratar productos de desecho, que comprende:
realizar una hidrólisis oxidante ácida de una carga de desecho entrante;
realizar una hidrólisis oxidante alcalina de la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante ácida;
5 neutralizar la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante alcalina;
separar un residuo sólido, si hubiera alguno, que quede después de la etapa de neutralización;
en donde la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante ácida se somete a una etapa de separación para obtener: (a) una fase líquida ácida que se alimenta a la etapa de neutralización de la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante alcalina; y (b) una fase sólida que se alimenta como carga a la etapa de hidrólisis oxidante
10 alcalina.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde los productos de desecho a ser tratados son lodos de depuración obtenidos de un procedimiento de depuración de aguas residuales.
3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la carga saliente de la etapa de neutralización se alimenta a una etapa de intercambio de calor para recuperar calor de la carga en sí.
- 15 4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la etapa de hidrólisis oxidante ácida se lleva a cabo a un valor de pH que varía de 0,1 a 5,0, preferiblemente de 1,0 a 3,5.
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la etapa de hidrólisis oxidante ácida se lleva a cabo a una temperatura comprendida entre 35°C y 100°C, preferiblemente entre 50°C y 90°C.
- 20 6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la etapa de hidrólisis oxidante alcalina se lleva a cabo a un valor de pH que varía de 8,0 a 12,0, preferiblemente de 9,0 a 11,0.
7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la etapa de hidrólisis oxidante alcalina se lleva a cabo a una temperatura comprendida entre 35°C y 100°C, preferiblemente entre 50°C y 90°C.
8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde las etapas de hidrólisis oxidante ácida y alcalina comprenden la adición a la carga entrante de un agente oxidante, el mismo o diferente para dichas etapas.
25
9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el agente oxidante se selecciona de:
(a) aire o aire enriquecido con oxígeno, u oxígeno líquido regasificado in situ;
(b) un peróxido inorgánico;
30 (c) un peróxido orgánico;
(d) compuestos oxidantes inorgánicos no peroxídicos.
10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la etapa de separación realizada sobre la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante ácida se lleva a cabo en un dispositivo seleccionado de: sedimentadores, filtros, espesadores dinámicos, centrífugas.
- 35 11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además añadir al menos un agente floculante a la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante ácida.
12. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la fase líquida ácida obtenida de la etapa de separación se alimenta a la etapa de neutralización de la carga saliente de la etapa de hidrólisis oxidante alcalina, para obtener un acondicionamiento de la carga para obtener un valor de pH que varía de 5,5 a 7,5.
- 40 13. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la carga saliente al final del tratamiento se somete a una etapa de separación adicional, a fin de separar cualquier residuo sólido que pueda haber quedado después del tratamiento.

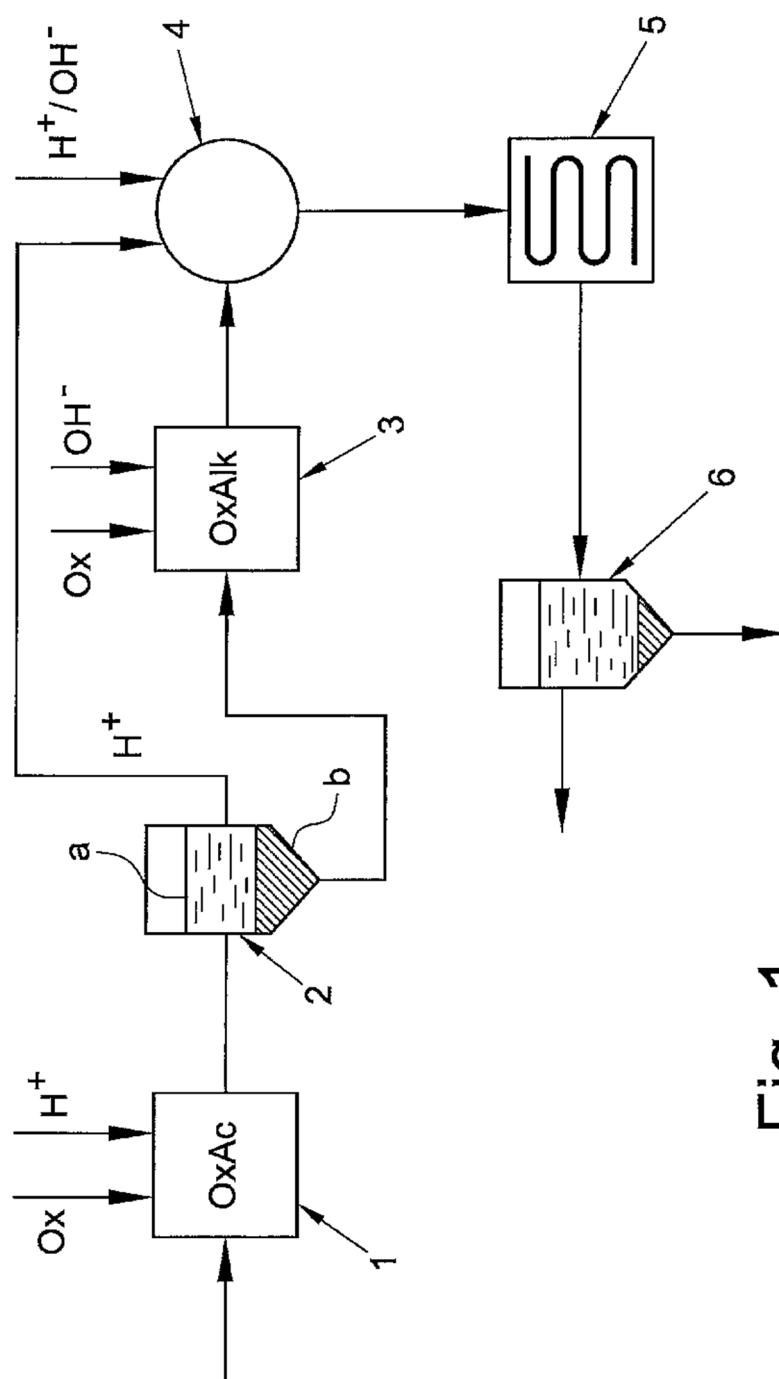


Fig. 1