

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 734 800**

51 Int. Cl.:

C02F 1/52 (2006.01)

C02F 1/66 (2006.01)

D21C 11/00 (2006.01)

C02F 103/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.03.2015 PCT/FI2015/050223**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.10.2015 WO15150632**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2015 E 15717531 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 3126298**

54 Título: **Método para reducir fósforo en efluente o filtrado**

30 Prioridad:

31.03.2014 FI 20145309

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

12.12.2019

73 Titular/es:

**UPM-KYMMENE CORPORATION (100.0%)
Alvar Aallon katu 1
00100 Helsinki, FI**

72 Inventor/es:

**RISTOLAINEN, MATTI;
HASSINEN, ESA y
SAARELA, SAMI**

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 734 800 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 para reducir fósforo en efluente o filtrado

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a un método para reducir fósforo en efluente o filtrado de un procedimiento que comprende al menos una fase en la que las condiciones son ácidas. La invención se refiere además a un sistema para reducir fósforo en efluente o filtrado de un procedimiento, en particular un procedimiento de formación de pasta química.

10

Antecedentes de la invención

Los efluentes producidos en fábricas de papel o pasta y otras plantas productoras de efluentes se tratan normalmente en plantas de tratamiento de aguas residuales para reducir la cantidad de compuestos que pueden ser perjudiciales para el medio ambiente, tales como el fósforo. El fósforo debe retirarse de los efluentes que se descargan de la fábrica al medio ambiente, por ejemplo a un sistema de agua, para prevenir la contaminación. A medida que los reglamentos medioambientales que restringen las emisiones de fósforo tienden a volverse más estrictos, existe una necesidad de reducir la cantidad de fósforo en efluentes que se transportan desde la fábrica hasta una planta de tratamiento de aguas residuales y en última instancia al medio ambiente.

15

20

Las soluciones tradicionales para la retirada de fósforo implican, por ejemplo, tratamiento terciario o uso de microorganismos de concentración de fósforo (concentración de P). Un inconveniente del tratamiento terciario es el alto coste de inversión y de funcionamiento. Los microorganismos de concentración de P funcionan en medios aerobios, lo cual complica las operaciones requeridas e implica tratamientos específicos para el efluente que va a usarse.

25

Los inventores han reconocido por tanto la necesidad de un método para reducir fósforo en efluente obtenido a partir de procedimientos tales como procedimientos de formación de pasta química.

30

El documento US 6.830.696 describe un método de tratamiento de lejía negra alcalina gastada, en los que se mezcla material que contiene fosfato acidulado con lejía negra para llevar el pH a aproximadamente 3 para separar lignina de la lejía negra. Después puede añadirse CaO adicional para llevar el pH a aproximadamente 9 o más; $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ precipita y se separa para dejar una disolución de NaOH para su uso de nuevo en el procedimiento de formación de pasta.

35

El documento US 5.401.362 describe un método para retirar metales de transición de los fluidos de tratamiento en una fábrica de pasta de celulosa, en el que una porción sustancial de un filtrado obtenido a partir de una fase de lavado se trata añadiendo material alcalino para ajustar el pH de modo que sea mayor que 9, provocando que precipiten los metales de transición. Tras el tratamiento, se retira el precipitado en un filtro, y el filtrado obtenido que tiene un contenido reducido en iones de metales de transición puede usarse en diversas ubicaciones.

40

Propósito de la invención

El propósito de la invención es proporcionar un nuevo tipo de método para reducir fósforo en efluente o filtrado de un procedimiento que comprende al menos una fase en la que las condiciones son ácidas. Además, el propósito de la invención es proporcionar un sistema para reducir fósforo en efluente o filtrado de un procedimiento, en particular un procedimiento de formación de pasta química.

45

Sumario

50

El método según la presente invención se caracteriza por lo que se presenta en la reivindicación 1.

Breve descripción de los dibujos

55

Los dibujos adjuntos, que se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la invención y constituyen una parte de esta memoria descriptiva, ilustran realizaciones de la invención y junto con la descripción ayudan a explicar los principios de la invención. En los dibujos:

60

La figura 1 es una ilustración de diagrama de flujo de un método para reducir fósforo en efluente o filtrado de un procedimiento que comprende al menos una fase en la que las condiciones son ácidas.

La figura 2 es una ilustración esquemática de un sistema para reducir fósforo en efluente o filtrado de un procedimiento de formación de pasta química que comprende al menos una fase en la que las condiciones son ácidas.

Descripción detallada de la invención

5 La presente invención se refiere a un método para reducir fósforo en efluente o filtrado de un procedimiento que comprende al menos una fase en la que las condiciones son ácidas, en el que el método comprende las etapas de:

a) obtener una primera porción de un efluente o filtrado de una fase en la que las condiciones son ácidas;

10 b) obtener una segunda porción de un efluente o filtrado de la misma fase o una diferente en la que las condiciones son ácidas;

c) ajustar el pH de la primera porción del efluente o filtrado a alcalino con un agente alcalino;

15 d) dejar que precipite fósforo en forma de una sal de fosfato;

e) separar el precipitado mediante filtración para producir efluente o filtrado purificado; y

f) combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda porción del efluente o filtrado.

20 En este contexto, debe entenderse que el término “efluente” o “filtrado” se refiere a un líquido acuoso que contiene fósforo, que debe retirarse o bien completamente o bien en parte.

25 En este contexto, también debe entenderse que el término “efluente” se refiere a un líquido residual que se obtiene a partir del procedimiento y que va a descargarse del procedimiento. El efluente se trata habitualmente con fines de purificación mediante tratamiento de aguas residuales antes de la descarga. El tratamiento de aguas residuales puede tener lugar en una planta de tratamiento de aguas residuales de una fábrica de formación de pasta química. El efluente también puede referirse, por ejemplo, a un efluente o filtrado de blanqueo que va a descargarse o va a tratarse con fines de purificación mediante tratamiento de aguas residuales antes de la descarga.

30 En este contexto, también debe entenderse que el término “filtrado” se refiere a un efluente a partir del cual se retira materia sólida en suspensión mediante un tratamiento de filtración, un tratamiento de flotación o cualquier otro tratamiento. Por tanto, el término “filtrado” no implica necesariamente que la materia sólida en suspensión, tal como fibras, se haya retirado mediante filtración.

35 En principio, puede usarse cualquier método de filtración adecuado para separar el precipitado en la etapa e). En una realización, el precipitado se separa en la etapa e) mediante filtración de líquido-sólido, filtración por presión, filtración en candela o filtración en disco, o mediante cualquier otro método de filtración adecuado.

40 En una realización, el precipitado se separa en la etapa e) mediante filtración para obtener una torta de filtro que comprende el precipitado filtrado; y el método comprende además la etapa g) de recuperar la torta de filtro.

En una realización, el precipitado se separa en la etapa e) usando un filtro previamente recubierto. En la técnica se conocen diversos materiales adecuados para el recubrimiento previo.

45 En una realización, el filtro está previamente recubierto con una capa de lodo calizo.

50 En una realización, el método comprende además la etapa g) de recuperar la torta de filtro que comprende el precipitado filtrado y al menos una porción de la capa de lodo calizo. La capa de lodo calizo de recubrimiento previo contiene carbonato de calcio. En una realización de este tipo, la torta de filtro recuperada comprende por tanto calcio en forma de carbonato de calcio.

La torta de filtro recuperada o el precipitado pueden volver a procesarse adicionalmente para usos finales o descartarse.

55 El método puede usarse en una fábrica de formación de pasta química, en el que se produce pasta química usando el denominado procedimiento de sulfato o kraft.

60 En este contexto, debe entenderse que el término “pasta” se refiere a un material fibroso lignocelulósico preparado separando química o mecánicamente fibras de celulosa a partir de un material a base de fibra natural. Los denominados procedimientos kraft o de sulfato pueden usarse para producir pasta.

El procedimiento es un procedimiento de formación de pasta química.

En una realización, el procedimiento es un procedimiento de formación de pasta kraft.

En una realización, el efluente o filtrado procede de operaciones de línea de fibra de una fábrica de pasta química, tal como una fábrica de pasta kraft.

5 Las operaciones de una fábrica de pasta kraft se dividen convencionalmente en una línea de fibra, un sistema de recuperación química y tratamiento de aguas residuales. Las operaciones de línea de fibra incluyen normalmente cocción, lavado de pulpa (eliminar mediante lavado productos químicos de cocción gastados a partir de la pasta), deslignificación por oxígeno, blanqueo y secado de la pasta. En muchas fábricas de pasta kraft convencionales, el pH en las fases de cocción, lavado de pulpa, deslignificación por oxígeno y separación de nudos y tamizado es
10 alcalino. Cualquier efluente o filtrado obtenido a partir de tales fases es normalmente alcalino. Con frecuencia el pH en una o más fases de blanqueo es ácido. Por tanto, los efluentes o filtrados obtenidos a partir de fases de blanqueo pueden ser ácidos o alcalinos, dependiendo de la fase específica y los productos químicos usados en la misma.

15 En una realización, el efluente o filtrado se obtiene a partir de la primera fase del procedimiento en la que las condiciones son ácidas.

Los presentes inventores han encontrado que normalmente se encuentra un contenido en fósforo muy alto en efluentes o filtrados que pueden obtenerse a partir de la primera fase del procedimiento en la que las condiciones son ácidas. Por ejemplo, una concentración de fósforo del efluente o filtrado puede ser de 5 - 20 mg/l o 9 - 16 mg/l.
20 Por tanto puede ser muy útil obtener el efluente o filtrado de la primera fase del procedimiento en la que las condiciones son ácidas. En esta realización, el contenido en fósforo en efluentes o filtrados a partir del procedimiento puede reducirse significativamente, aunque sólo el efluente o filtrado de la primera fase del procedimiento en la que las condiciones son ácidas, o una porción del mismo, se trate según el método de la invención.

25 La primera porción del efluente o filtrado y la segunda porción del efluente o filtrado pueden obtenerse a partir de la misma fase del procedimiento en la que las condiciones son ácidas. También pueden obtenerse a partir de dos o más fases diferentes del procedimiento en las que las condiciones son ácidas.

30 En una realización, la primera porción de efluente o filtrado se obtiene a partir de una primera fase en la que las condiciones son ácidas; y la segunda porción del efluente o filtrado se obtiene a partir de una segunda fase y/o una fase posterior en la que las condiciones son ácidas.

35 En una realización, la primera porción del efluente o filtrado se obtiene a partir de la primera fase del procedimiento en la que las condiciones son ácidas.

En una realización, la porción primera y/o segunda de efluente o filtrado comprende un efluente o filtrado obtenido a partir de una fase en la que las condiciones son ácidas, efluente o filtrado al que se ha añadido un efluente o filtrado alcalino. En esta realización, el pH de dicha segunda porción de efluente o filtrado puede no ser alcalino antes de la etapa f). El pH de la primera porción de efluente o filtrado puede volverse ya alcalino mediante la adición o el
40 mezclado de efluente o filtrado alcalino en la misma antes de la etapa c), dado que en cualquier caso el pH se ajustará a alcalino. El efluente o filtrado alcalino puede obtenerse a partir de una fase del procedimiento en la que las condiciones son alcalinas. El efluente alcalino puede añadirse o mezclarse a un efluente o filtrado obtenido a partir de una fase en la que las condiciones son ácidas antes de la etapa a), b), b1) y/o c). El efluente o filtrado alcalino también puede añadirse o mezclarse a la segunda porción antes de la etapa f), siempre que el pH de dicha segunda
45 porción de efluente o filtrado no sea alcalino antes de la etapa f).

50 En una realización, el efluente o filtrado se obtiene a partir de la primera fase de operaciones de línea de fibra de una fábrica de pasta química en la que las condiciones son ácidas. La fábrica de pasta química puede ser por ejemplo una fábrica de pasta kraft.

El efluente o filtrado es un filtrado de blanqueo ácido o un efluente de blanqueo ácido. Tales filtrados de blanqueo ácidos o efluentes de blanqueo ácidos se obtienen normalmente a partir de un procedimiento de formación de pasta química.

55 En una realización, el filtrado de blanqueo ácido o efluente de blanqueo ácido es el filtrado de blanqueo ácido o efluente de blanqueo ácido que puede obtenerse a partir de la primera fase de blanqueo ácido.

60 Normalmente se encuentra un contenido en fósforo muy alto en el filtrado de blanqueo ácido que puede obtenerse a partir de la primera fase de blanqueo ácido. Por tanto, puede ser muy útil obtener el filtrado de blanqueo ácido a partir de la primera fase de blanqueo ácido. En esta realización, el contenido en fósforo en efluentes a partir del procedimiento puede reducirse significativamente, aunque sólo se trate el filtrado de blanqueo ácido a partir de la primera fase de blanqueo ácido, o una porción del mismo, según el método de la invención.

En este contexto, el término "fase de blanqueo" puede referirse a cualquier fase tras las fases de pulpa, y debe

entenderse que también incluye fase(s) de deslignificación por oxígeno, que retira(n) selectivamente lignina, ácido hexenurónico y/o metales. En este contexto, el término "fase de blanqueo" también puede referirse a cualquier fase que sigue inmediatamente a la fase de oxígeno. La primera fase de blanqueo puede ser una alcalina o una ácida. Habitualmente es una fase A ácida seguida por una fase D sin una fase de lavado entre las mismas. Esta es la denominada fase de blanqueo A/D1.

En una realización, el filtrado es un filtrado de blanqueo A, D, D1, A/D o A/D1 o cualquier otro filtrado de blanqueo ácido. Debe entenderse que "A" se refiere a una fase de blanqueo ácido. Debe entenderse que "D" se refiere a una fase de blanqueo con dióxido de cloro. Las fases A, D y D1 pueden ser fases independientes unas de otras; sin embargo, en este contexto debe entenderse que cada una de las fases A, D y D1 son fases de blanqueo.

El efluente ácido también puede obtenerse a partir del tratamiento de acidificación de pasta sin blanquear, lo cual se realiza antes del blanqueo, tras el lavado de pulpa y tratamiento con oxígeno de la unidad de deslignificación por oxígeno. Este efluente ácido también contiene normalmente compuestos de fósforo disueltos.

El filtrado también puede ser un filtrado ácido que puede obtenerse a partir del tratamiento de acidificación de la pasta sin blanquear tras el lavado de pulpa, tratamiento que se realiza para disolver compuestos de fósforo que disuelven ácido contenidos en la pasta antes del blanqueo.

En un ejemplo, el método comprende las etapas de:

- a) obtener un efluente o filtrado de una fase en la que las condiciones son ácidas;
- b1) dividir el efluente o filtrado en una primera porción y una segunda porción;
- c) ajustar el pH de la primera porción del efluente o filtrado a alcalino con un agente alcalino;
- d) dejar que precipite fósforo en forma de una sal de fosfato;
- e) separar el precipitado mediante filtración para producir efluente o filtrado purificado; y
- f) combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda porción del efluente o filtrado.

En la etapa b1), el efluente o filtrado puede dividirse por ejemplo dividiendo un flujo del efluente o filtrado en dos flujos independientes. El primer flujo puede transportarse a las etapas c)-e) para obtener un flujo de efluente o filtrado purificado; el segundo flujo del efluente o filtrado puede combinarse entonces con el flujo de efluente o filtrado purificado.

En una realización, el pH del efluente o filtrado obtenido en la etapa a) está por debajo de 7; o por debajo de 6; o por debajo de 3.

En una realización, el pH del efluente o filtrado obtenido en la etapa b) está por debajo de 7; o por debajo de 6; o por debajo de 3.

En una realización, el pH del efluente o filtrado obtenido en la etapa b1) está por debajo de 7; o por debajo de 6; o por debajo de 3.

En una realización, el pH del efluente o filtrado obtenido en la etapa a) y la etapa b) o b1) está por debajo de 7; o por debajo de 6; o por debajo de 3.

En una realización, el pH del efluente o filtrado obtenido en la etapa a), b) y/o b1) es de 1 - 7; o 2 - 7; o 1 - 6; o 2 - 6; o 1 - 3; o 2 - 3.

En una realización, el pH de la primera porción del efluente o filtrado se ajusta en la etapa c) a 8 - 14; u 8 - 11; o a 9 - 10; o a 9,2 - 9,8.

Cuando el pH de la primera porción del efluente o filtrado se ajusta a alcalino, precipita fósforo, normalmente como fosfato de calcio. La fuente de calcio en el fosfato de calcio precipitado puede ser calcio originalmente contenido en el efluente o filtrado y/o calcio que se introduce en la primera porción del efluente o filtrado como componente del agente alcalino. Por tanto, el precipitado normalmente contiene fosfato de calcio. El precipitado puede comprender además otras sales de fosfato, tales como hidrogenofosfato de calcio; carbonato de calcio; sulfato de calcio; compuestos de fósforo orgánico; y/u otros componentes precipitados/coprecipitados.

El agente alcalino puede ser cualquier agente que puede aumentar el pH de la primera porción del efluente o filtrado

hasta un pH al que puede precipitar fósforo. El agente alcalino puede ser una disolución, tal como una disolución acuosa, un sólido o una mezcla de los mismos.

5 En una realización, el agente alcalino es

CaO;

un hidróxido de metal alcalino, tal como NaOH;

10 Ca(OH)_2 ;

NH_4OH ;

un efluente o filtrado alcalino;

15

un efluente o filtrado de blanqueo alcalino; o

un polvo, una disolución acuosa o cualquier mezcla de los mismos.

20 En una realización, el agente alcalino es CaO sólido.

En una realización, el agente alcalino es una disolución acuosa de CaO, una disolución acuosa de un hidróxido de metal alcalino tal como NaOH, una disolución acuosa de Ca(OH)_2 , una disolución acuosa de NH_4OH o cualquier mezcla de las mismas.

25

El agente alcalino también puede ser una mezcla de un sólido y una disolución acuosa.

Si el agente alcalino es Ca(OH)_2 , CaO, un polvo, una disolución acuosa o cualquier mezcla de los mismos, al menos algunos de los iones de calcio contenidos en el mismo pueden precipitar con el fósforo contenido en la primera porción del efluente o filtrado.

30

El agente alcalino puede ser un agente alcalino que se usa para ajustar el pH de aguas residuales, tal como una disolución acuosa de Ca(OH)_2 .

35 La concentración del agente alcalino puede variar. Sin embargo, un agente alcalino relativamente fuerte, o una disolución acuosa que contiene una alta concentración de un agente alcalino, puede presentar la utilidad añadida de que se necesita un volumen pequeño del agente alcalino para ajustar el pH a alcalino. Por tanto, puede evitarse un aumento de volumen y de disolución del precipitado. Por ejemplo, si se utiliza una disolución acuosa de Ca(OH)_2 como agente alcalino, la concentración de la disolución acuosa de Ca(OH)_2 es preferiblemente de al menos 2 g/l, o más preferiblemente al menos 20 g/l. Incluso más preferiblemente el agente alcalino es CaO sólido.

40

En la etapa c), la primera porción del efluente o filtrado puede mezclarse con el agente alcalino. El mezclado acelera normalmente la precipitación de fósforo. El mezclado puede realizarse por ejemplo mediante agitación. El mezclado también puede realizarse utilizando un aparato adecuado para mezclar el agente alcalino con la primera porción del efluente o filtrado ácido. Un aparato de este tipo puede ser, por ejemplo, un depósito o unas tuberías que comprenden medios para mezclar. Los medios para mezclar pueden ser por ejemplo una mezcladora, un brazo de mezclado o un agitador. Tal aparato también puede ser por ejemplo unas tuberías equipadas con una o más boquillas para inyectar el agente alcalino al interior de las tuberías en las que puede fluir la primera porción del efluente o filtrado ácido.

50

La temperatura en la etapa c) puede establecerse por ejemplo entre 25 - 90°C. Aumentar la temperatura puede potenciar la precipitación.

55 Tras separarse el precipitado a partir de la primera porción del efluente o filtrado mediante filtración, el efluente o filtrado purificado así obtenido presenta un contenido en fósforo sustancialmente reducido. La retirada de fósforo es normalmente tal eficaz que puede considerarse que el efluente o filtrado purificado obtenido está sustancialmente libre de fósforo.

60 Puede no ser siempre deseable eliminar completamente el fósforo a partir del efluente o filtrado, en particular en casos en los que el efluente o filtrado se transporta posteriormente a una planta de tratamiento de aguas residuales. Muchas plantas de tratamiento de aguas residuales utilizan procedimientos bacterianos para el tratamiento de aguas residuales, para los que es preferible o incluso necesaria una baja cantidad de fósforo en el efluente o filtrado. Además, puede ser suficiente tratar tan sólo la primera porción del efluente o filtrado con el fin de reducir significativamente el contenido en fósforo en el efluente o filtrado. Por ejemplo, no es necesario un tratamiento de

todos los efluentes o filtrados ácidos que pueden obtenerse a partir de un procedimiento para reducir significativamente el fósforo en el volumen total de efluentes y filtrados que pueden obtenerse a partir de todo el procedimiento.

5 En una realización, la primera porción del efluente o filtrado consiste en el 2 - 95% (v/v); el 5 - 95% (v/v); el 5 - 50% (v/v); o el 10 - 40% (v/v) del volumen total del efluente o filtrado. En este contexto, debe entenderse que el volumen total del efluente o filtrado consiste en el volumen total de las porciones tanto primera como segunda.

10 Puede obtenerse una reducción significativa de fósforo en el efluente o filtrado aunque la primera porción del efluente o filtrado sea una porción relativamente pequeña en comparación con el volumen completo del efluente o filtrado.

15 Las porciones primera y segunda del efluente o filtrado o sus razones en volumen pueden seleccionarse de modo que, por ejemplo, la concentración de fósforo, el pH de dichas porciones y/o el pH del efluente o filtrado purificado combinado y la segunda porción del efluente o filtrado sean óptimos.

La primera porción del efluente o filtrado tiene un contenido o una concentración de fósforo mayor que la segunda porción.

20 En una realización, la primera porción del efluente o filtrado tiene una concentración de fósforo de 5 - 20 mg/l; o 9 - 16 mg/l.

25 En una realización, la primera porción del efluente o filtrado puede obtenerse a partir de la fase en la que las condiciones son ácidas y en la que el contenido o la o concentración de fósforo es el más alto.

30 La etapa f) puede realizarse en cualquier fase del procedimiento antes de la neutralización posterior de la combinación que puede obtenerse a partir de la etapa f) en una planta de tratamiento de aguas residuales, en la que la neutralización posterior se realiza para ajustar el pH adecuado para el tratamiento aerobio. La neutralización posterior se realiza normalmente antes de la cuenca de aireación. Por ejemplo, puede realizarse en la línea de fibra, antes de un tratamiento de aclarado preliminar o en cualquier otra fase antes de la aireación.

35 El método comprende además la etapa h) de transportar la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda porción del efluente o filtrado que puede obtenerse a partir de la etapa f) a tratamiento de aguas residuales o descarga.

40 La combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda porción del efluente o filtrado que puede obtenerse a partir de la etapa f) puede transportarse directamente a tratamiento de aguas residuales, por ejemplo a una planta de tratamiento de aguas residuales, o descargarse. El pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda porción del efluente o filtrado que puede obtenerse a partir de la etapa f) también puede ajustarse adicionalmente, por ejemplo a un pH neutro, si es necesario.

En una realización, el pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda porción del efluente o filtrado que puede obtenerse a partir de la etapa f) es neutro o casi neutro.

45 En una realización, el pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda porción del efluente o filtrado que puede obtenerse a partir de la etapa f) está en el intervalo de 6 a 8, o en el intervalo de 6,5 a 7,5.

50 En una realización, el pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda porción del efluente o filtrado que puede obtenerse a partir de la etapa f) se ajusta a neutro o casi neutro.

55 En una realización, el pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda porción del efluente o filtrado que puede obtenerse a partir de la etapa f) se ajusta a un pH en el intervalo de 6 a 8, o en el intervalo de 6,5 a 7,5.

60 Si el efluente o filtrado purificado se combina con la segunda porción del efluente o filtrado, la segunda porción del efluente o filtrado puede con frecuencia ajustar el pH a un nivel inferior. El pH de la combinación resultante puede ser por tanto neutro o próximo a un pH neutro. Dependiendo, por ejemplo, de la razón del volumen del efluente o filtrado purificado con respecto al volumen de la segunda porción del efluente o filtrado, puede ajustarse adicionalmente el pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda porción del efluente o filtrado que puede obtenerse a partir de la etapa f). Puede usarse un agente de neutralización adecuado para ajustar el pH del efluente. El agente de neutralización puede ser un agente alcalino o un agente ácido.

En una realización, el agente alcalino con el que se ajusta el pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda porción del efluente o filtrado que puede obtenerse a partir de la etapa f) es el mismo agente alcalino con

el que se ajusta el pH de la primera porción del efluente o filtrado a alcalino en la etapa c).

Las etapas g) y h) pueden realizarse simultáneamente o en cualquier orden.

- 5 Se da a conocer un sistema para reducir fósforo en efluente o filtrado de un procedimiento de formación de pasta química que comprende al menos una fase en la que las condiciones son ácidas, en el que el sistema comprende:

un aparato de digestión para cocer pasta;

- 10 un aparato de lavado para lavar pasta;

un aparato de blanqueo que comprende un aparato para separar efluente o filtrado ácido a partir de pasta que puede obtenerse a partir de una fase de blanqueo en la que las condiciones son ácidas;

- 15 un aparato de purificación para retirar fósforo a partir del efluente o filtrado ácido;

un primer conducto entre el aparato para separar efluente o filtrado a partir de pasta y el aparato de purificación para transportar una primera porción del efluente o filtrado ácido desde el aparato para separar efluente o filtrado a partir de pasta hasta el aparato de purificación;

- 20 un segundo conducto para transportar una segunda porción del efluente o filtrado ácido;

- 25 comprendiendo el aparato de purificación un aparato adaptado para mezclar un agente alcalino con la primera porción del efluente o filtrado ácido y para permitir que precipite fósforo en forma de una sal de fosfato, y un aparato de filtrado para filtrar el precipitado para producir efluente o filtrado purificado; y

un aparato para combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda porción del efluente o filtrado ácido.

- 30 En una realización, los conductos primero y segundo están ambos conectados al aparato para separar efluente o filtrado a partir de pasta que puede obtenerse a partir de una fase de blanqueo en la que las condiciones son ácidas.

En una realización, el primer conducto está conectado al aparato para separar efluente o filtrado a partir de pasta que puede obtenerse a partir de una fase de blanqueo en la que las condiciones son ácidas, y el segundo conducto está conectado al primer conducto. En una realización, el segundo conducto está conectado al aparato para separar efluente o filtrado a partir de pasta que puede obtenerse a partir de una fase de blanqueo en la que las condiciones

- 35 son ácidas, y el primer conducto está conectado al segundo conducto. En tales realizaciones, los conductos primero y segundo pueden estar conectados de manera o bien directa o bien indirecta. Por tanto, existe una conexión de flujo desde el aparato para separar efluente o filtrado a partir de pasta hasta el aparato adaptado para mezclar un agente alcalino con la primera porción del efluente o filtrado ácido y para permitir que precipite fósforo en forma de una sal de fosfato; y una conexión de flujo desde el aparato adaptado para mezclar un agente alcalino con la primera

- 40 porción del efluente o filtrado ácido y para permitir que precipite fósforo en forma de una sal de fosfato hasta el aparato de filtrado para filtrar el precipitado para producir efluente o filtrado purificado. También existe una conexión de flujo desde el aparato de filtrado para filtrar el precipitado para producir efluente o filtrado purificado hasta el aparato para combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda porción del efluente o filtrado ácido.

- 45 El aparato para combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda porción del efluente o filtrado ácido puede comprender, por ejemplo, un tercer conducto para transportar el efluente o filtrado purificado desde el aparato de filtrado. Puede comprender además medios para conectar el tercer conducto para transportar el efluente o filtrado purificado desde el aparato de filtrado al segundo conducto para transportar una segunda porción del efluente o filtrado ácido. El aparato para combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda porción del efluente o filtrado
- 50 ácido también puede comprender, por ejemplo, una mezcladora, un depósito o una cuenca a través del cual están conectados los conductos tercero y segundo. Los conductos tercero y segundo pueden estar conectados de manera o bien directa o bien indirecta.

- 55 El sistema también puede contener bombas para diversos fluidos, tuberías apropiadas, depósitos y/o mezcladoras. Puede contener además, por ejemplo, un aparato de secado para secar pasta blanqueada, un sistema de recuperación química y/o otros componentes de una fábrica de pasta química. El sistema de recuperación química puede incluir un ciclo alcalino y un sistema de circulación de cal.

- 60 En una realización, el aparato de blanqueo comprende un aparato para separar efluente o filtrado a partir de pasta que puede obtenerse a partir de una fase de blanqueo para separar efluente o filtrado ácido que puede obtenerse a partir de la primera fase de blanqueo en la que las condiciones son ácidas.

En una realización, el aparato para separar efluente o filtrado a partir de pasta que puede obtenerse a partir de una fase de blanqueo es un aparato de filtrado para filtrar efluente o filtrado ácido que puede obtenerse a partir de una

fase de blanqueo.

En otras realizaciones, el aparato para separar efluente o filtrado a partir de pasta que puede obtenerse a partir de una fase de blanqueo puede ser una prensa, una prensa de lavado, un dispositivo de lavado de tipo Drum-Displacer o cualquier otro aparato que puede separar pasta y efluente o filtrado.

En una realización, el sistema comprende:

un aparato de digestión para cocer pasta;

un aparato de lavado para lavar pasta;

un aparato de blanqueo que comprende un aparato para separar efluente o filtrado a partir de pasta que puede obtenerse a partir de una fase de blanqueo en la que las condiciones son ácidas;

un primer conducto para transportar una primera porción del efluente o filtrado ácido desde el aparato para separar efluente o filtrado a partir de pasta;

un aparato de purificación para retirar fósforo a partir del efluente o filtrado ácido;

un segundo conducto para transportar una segunda porción del efluente o filtrado ácido;

en el que el primer extremo del primer conducto está conectado al aparato para separar efluente o filtrado a partir de pasta y el segundo extremo del primer conducto está conectado al aparato de purificación;

el aparato de purificación comprende un aparato adaptado para mezclar un agente alcalino con la primera porción del efluente o filtrado ácido y para permitir que precipite fósforo en forma de una sal de fosfato; un aparato de filtrado para separar el precipitado para producir efluente o filtrado purificado; y el tercer conducto para transportar el efluente o filtrado purificado del aparato de purificación; y

el tercer conducto está conectado al segundo conducto para combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda porción del efluente o filtrado ácido.

Los conductos primero, segundo y tercero pueden estar conectados a componentes respectivos del sistema de manera directa o indirecta.

Cada uno de los conductos primero, segundo y tercero puede comprender, por ejemplo, un tubería o cualquier otro medio para establecer una conexión de flujo.

En una realización, el aparato adaptado para mezclar un agente alcalino con la primera porción del efluente o filtrado ácido comprende un conducto para introducir el agente alcalino. Puede comprender además un aparato para mezclar el agente alcalino con la primera porción del efluente o filtrado ácido. Tal aparato puede ser, por ejemplo, tuberías equipadas con una o más boquillas para inyectar el agente alcalino en las tuberías en las que puede fluir la primera porción del efluente o filtrado ácido.

El agente alcalino puede ser cualquier agente alcalino descrito anteriormente. En una realización, el agente alcalino es

CaO;

un hidróxido de metal alcalino, tal como NaOH;

Ca(OH)₂;

NH₄OH;

un efluente o filtrado alcalino;

un efluente o filtrado de blanqueo alcalino; o

un polvo, una disolución acuosa o cualquier mezcla de los mismos.

En una realización, el sistema comprende un reactor para poner el agente alcalino en contacto con la primera porción del efluente o filtrado ácido para realizar la precipitación de fósforo. El reactor puede estar equipado con una

o más boquillas para inyectar el agente alcalino en el reactor. Por tanto, el agente alcalino puede introducirse de manera continua inyectándolo por en un flujo de la primera porción del efluente o filtrado ácido. En un reactor, la primera porción del efluente o filtrado ácido puede fluir en una tubería y el agente alcalino puede inyectarse en el flujo.

5 En una realización, el aparato de filtrado es un filtro de presión, un filtro de candela o un filtro de disco.

En una realización, el aparato de filtrado está previamente recubierto.

10 En una realización, el aparato de filtrado está previamente recubierto con lodo calizo.

El segundo conducto y el tercer conducto pueden estar conectados entre sí, por ejemplo, usando un ajuste o conexión de tubería adecuado. También pueden estar conectados a través de un depósito, una mezcladora o una cuenca para combinar y/o mezclar el efluente o filtrado purificado y la segunda porción del efluente o filtrado ácido.

15 El sistema puede comprender además unas tuberías o un conducto para hacer pasar la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda porción del efluente o filtrado que puede obtenerse a partir de la etapa f) a una planta de tratamiento de aguas residuales o a una descarga.

20 Las realizaciones de la invención descritas anteriormente en el presente documento pueden usarse en cualquier combinación entre sí. Varias de las realizaciones pueden combinarse entre sí para formar una realización adicional de la invención. Un método o un sistema, a los que se refiere la invención, puede comprender al menos una de las realizaciones de la invención descritas anteriormente en el presente documento.

25 Una ventaja de la presente invención es que el contenido en fósforo en el efluente o filtrado procedente del procedimiento puede reducirse significativamente mediante el método según la presente invención.

30 Una ventaja del método según la presente invención es que es un procedimiento de bajo coste, que no requiere inversiones significativas para equipos. Tampoco requiere inversiones significativas para reactivos; pueden usarse reactivos tales como agentes alcalinos que se usarán en cualquier caso para ajustar el pH de efluente o filtrado.

Una ventaja del método según la presente invención es que se reduce la necesidad de ajustar el pH de efluente o filtrado.

35 Una ventaja del método según la presente invención es que puede obtenerse una reducción significativa de fósforo en efluente o filtrado aunque el volumen de la primera porción del efluente o filtrado sea relativamente pequeño en comparación con el volumen completo del efluente o filtrado.

40 Una ventaja del método según la presente invención es que pueden retenerse pequeñas cantidades de fósforo en el efluente o filtrado que se transporta al tratamiento de aguas residuales; esto puede ser ventajoso, por ejemplo, cuando el tratamiento de aguas residuales posterior usa procedimientos bacterianos, para los que es preferible una cantidad de fósforo en el efluente o filtrado.

45 Una ventaja del método según la presente invención es que puede realizarse, por ejemplo, en la línea de fibra de una fábrica de formación de pasta química. Por tanto, puede usarse para reducir fósforo en efluente o filtrado ya en la fábrica de formación de pasta química.

50 Una ventaja del método según la presente invención es que el precipitado que contiene fósforo puede recuperarse y volver a procesarse para su uso adicional.

Ejemplos

Ahora se hará referencia en detalle a las realizaciones de la presente invención, un ejemplo de las cuales se ilustra en el dibujo adjunto.

55 La siguiente descripción da a conocer algunas realizaciones de la invención en tal detalle que un experto en la técnica puede usar la invención basándose en la divulgación. No todas las etapas de las realizaciones se comentan en detalle, ya que muchas de las etapas resultarán evidentes para el experto en la técnica basándose en esta memoria descriptiva.

60 Por motivos de simplicidad, se mantendrán números de elementos en las siguientes realizaciones a modo de ejemplo en caso de componentes que se repiten.

La figura 1 ilustra un método según una realización de la presente invención para reducir fósforo en efluente o

filtrado de un procedimiento que comprende al menos una fase en la que las condiciones son ácidas. El procedimiento comprende en esta realización al menos dos fases de procedimiento independientes en las que las condiciones son ácidas. En la etapa a), se obtiene una primera porción de un efluente o filtrado a partir de una fase de este tipo. Se obtiene una segunda porción de un efluente o filtrado o bien a partir de una fase independiente en la etapa b), o bien el efluente o filtrado que se obtiene a partir de una única fase se divide en la etapa b1) para dar una primera porción y una segunda porción. La primera porción así obtenida se transporta a la etapa c). Se añade agente alcalino para ajustar el pH de la primera porción del efluente o filtrado a alcalino en la etapa c). En la etapa d), se deja que precipite fósforo, y se separa el precipitado mediante filtración en la etapa e). El efluente o filtrado purificado a partir del cual se ha separado el precipitado mediante filtración se transporta a la etapa f), en la que se combinan el efluente o filtrado purificado y la segunda porción del efluente o filtrado. La combinación así obtenida puede transportarse a descarga o a tratamiento de aguas residuales (etapa h)). La torta de filtro obtenida en la etapa e) mediante filtración puede recuperarse en la etapa g).

La figura 2 ilustra un sistema según una realización dada a conocer para reducir fósforo en efluente o filtrado de un procedimiento de formación de pasta química que comprende al menos una fase en la que las condiciones son ácidas. Diversos componentes que pueden formar parte del sistema no se han incluido en esta ilustración esquemática por motivos de simplicidad.

En esta realización a modo de ejemplo, el sistema comprende un aparato 1 de digestión para cocer pasta a partir de material lignocelulósico. A partir del aparato 1 de digestión, la pasta (con frecuencia denominada "pulpa") se transporta a un aparato 2 de lavado para lavar la pasta. El aparato 2 de lavado puede contener, por ejemplo, uno o más dispositivos de lavado de pulpa, normalmente usando flujo a contracorriente. La pasta lavada se transporta a un aparato 3 de blanqueo. En esta realización, el aparato de blanqueo contiene tres fases de blanqueo designadas 3', 3'' y 3'''. La fase 3', en esta realización la primera fase de blanqueo, es una fase de blanqueo en la que las condiciones son ácidas, por ejemplo una fase A/D1; las fases 3'' y 3''' pueden ser ácidas o alcalinas. El sistema también comprende un aparato 11 para secar pasta. El aparato 3 de blanqueo comprende un aparato 4 para separar efluente o filtrado a partir de pasta que puede obtenerse a partir de la fase de blanqueo 3'. El sistema comprende además un primer conducto 5 para transportar una primera porción del efluente o filtrado ácido que puede obtenerse usando el aparato 4 para separar efluente o filtrado a partir de pasta hasta el aparato 6 de purificación. El primer conducto 5 está conectado de manera directa o indirecta al aparato 4 para separar efluente o filtrado a partir de pasta y al aparato 6 de purificación. El aparato 6 de purificación comprende un aparato 8 adaptado para mezclar un agente alcalino con la primera porción del efluente o filtrado ácido y para permitir que precipite fósforo. El aparato 8 puede contener, por ejemplo, un depósito para permitir que precipite fósforo. Un depósito de este tipo puede ser, por ejemplo, un depósito de fondo cónico. El aparato 8 comprende además un aparato 9 de filtrado para separar el precipitado para producir efluente o filtrado purificado.

El sistema también comprende un segundo conducto 7 para transportar una segunda porción del efluente o filtrado ácido que puede obtenerse a partir del aparato 4 para separar efluente o filtrado a partir de pasta; y un tercer conducto 10 para transportar el efluente o filtrado purificado desde el aparato 9 de filtrado. El segundo conducto 7 está conectado al aparato 4 para separar efluente o filtrado a partir de pasta de manera directa o indirecta a través de medios adecuados. El tercer conducto 10 está conectado al aparato 9 de filtrado para filtrar el precipitado para producir efluente o filtrado purificado. El segundo conducto 7 y el tercer conducto 10 están conectados de manera directa o indirecta para combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda porción del efluente o filtrado ácido. El segundo conducto 7 y el tercer conducto 10 pueden estar conectados, por ejemplo, de manera que forman un conducto para transportar la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda porción del efluente o filtrado ácido hasta una planta 12 de tratamiento de aguas residuales y además hasta descarga.

EJEMPLO 1 – Retirada de fósforo a partir de filtrado de blanqueo ácido

Se obtuvieron filtrados de blanqueo ácidos (filtrados A/D1) a partir de una fábrica de pasta kraft. Se dividió un flujo de filtrado de $9 \text{ m}^3/\text{ADt}$ en dos porciones, una primera porción de $2 \text{ m}^3/\text{ADt}$ y una segunda porción de $7 \text{ m}^3/\text{ADt}$.

Se trató la primera porción usando una disolución acuosa de hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Se usó hidróxido de calcio en una concentración de 1,84 g/l o 20 g/l. Se ajustó el pH de la primera porción a 9,0, 9,2, 9,5, 9,8 ó 10,0 mediante adición de la disolución acuosa de hidróxido de calcio. Se retiró el precipitado mediante decantación tras 2 horas o mediante filtración usando un filtro de fibra de vidrio tras 2 min de ajuste del pH a alcalino. Tras la retirada del precipitado, se combinó el filtrado purificado obtenido a partir de la primera porción con la segunda porción y se transportó hasta la planta de tratamiento de aguas residuales.

Se obtuvieron muestras a partir de la primera porción del filtrado antes de la adición de la disolución de hidróxido de calcio y después de la retirada del precipitado. Se determinó el contenido en fósforo total de las muestras usando el método de análisis método de "metales de ICP (plasma acoplado por inducción) con digestión por microondas" SFS-EN ISO 11885.

Se midió una reducción de aproximadamente el 87 - 99% del contenido en fósforo en el filtrado purificado obtenido a partir de la primera porción en comparación con el filtrado de blanqueo ácido sin tratar. Ajustar el pH de la primera porción a un pH por encima de 9,2 no mejoró la reducción obtenida.

5 Se proporcionó una reducción claramente mejor mediante filtración (aproximadamente el 90 - 99%) en comparación con la decantación (aproximadamente el 60 - 88%). Por tanto, la decantación proporcionó una reducción de 7 - 16 unidades de porcentaje mejor que la filtración.

10 La disolución con la mayor concentración de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (20 g/l) dio una reducción mejor que la disolución de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ más diluida (1,84 g/l). Esto se debía probablemente a una dilución de muestra superior con 1,84 g/l que casi duplicó la cantidad de filtrado tras el tratamiento en comparación con 20 g/l (el factor de dilución era de tan sólo 1,06).

15 Resulta evidente para un experto en la técnica que con el avance de la tecnología, la idea básica de la invención puede implementarse de diversas maneras. Por tanto, la invención y sus realizaciones no se limitan a los ejemplos descritos anteriormente; en vez de eso pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Método para reducir fósforo en efluente o filtrado de un procedimiento de formación de pasta química que comprende al menos una fase en la que las condiciones son ácidas, caracterizado porque el método comprende las etapas de:
- 5
- a) obtener una primera porción de un efluente o filtrado de una fase en la que las condiciones son ácidas, en el que el efluente o filtrado es un líquido acuoso que contiene fósforo;
- 10
- b) obtener una segunda porción de un efluente o filtrado de la misma fase o una diferente en la que las condiciones son ácidas, en el que la primera porción del efluente o filtrado tiene un contenido o una concentración de fósforo mayor que la segunda porción;
- 15
- c) ajustar el pH de la primera porción del efluente o filtrado a alcalino con un agente alcalino;
- d) dejar que el fósforo en la primera porción del efluente o filtrado precipite en forma de una sal de fosfato;
- e) separar el precipitado de la primera porción de efluente o filtrado mediante filtración para producir efluente o filtrado purificado; y
- 20
- f) combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda porción del efluente o filtrado;
- en el que
- 25
- el efluente o filtrado es un filtrado de blanqueo ácido o un efluente de blanqueo ácido, y
- el método comprende además la etapa h) de transportar la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda porción del efluente o filtrado que puede obtenerse a partir de la etapa f) a tratamiento de aguas residuales o descarga.
- 30
2. Método según la reivindicación 1, en el que el precipitado se separa en la etapa e) mediante filtración de líquido-sólido, filtración por presión, filtración en candela o filtración en disco, o mediante cualquier otro método de filtración adecuado.
- 35
3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que el precipitado se separa en la etapa e) mediante filtración para obtener una torta de filtro que comprende el precipitado filtrado; y el método comprende además la etapa g) de recuperar la torta de filtro.
- 40
4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, en el que el precipitado se separa en la etapa e) usando un filtro previamente recubierto.
5. Método según la reivindicación 4, en el que el filtro se recubre previamente con una capa de lodo calizo.
- 45
6. Método según la reivindicación 5, en el que el método comprende además la etapa g) de recuperar la torta de filtro que comprende el precipitado filtrado y al menos una porción de la capa de lodo calizo.
7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 6, en el que el efluente o filtrado procede de operaciones de línea de fibra de una fábrica de pasta química.
- 50
8. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 7, en el que el efluente o filtrado se obtiene a partir de la primera fase del procedimiento en la que las condiciones son ácidas.
9. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 8, en el que el pH del efluente o filtrado obtenido en la etapa a) y/o b) está por debajo de 6; o por debajo de 3.
- 55
10. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 9, en el que el efluente de blanqueo ácido o el filtrado de blanqueo ácido es el efluente de blanqueo ácido o el filtrado de blanqueo ácido que puede obtenerse a partir de la primera fase de blanqueo ácido.
- 60
11. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 10, en el que el pH de la primera porción del efluente o filtrado se ajusta en la etapa c) a 8 - 14; u 8 - 11; o a 9 - 10; o a 9,2 - 9,8.
12. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 11, en el que el agente alcalino es

ES 2 734 800 T3

- CaO;
- un hidróxido de metal alcalino, tal como NaOH;
- 5 Ca(OH)₂;
- NH₄OH;
- 10 un efluente o filtrado alcalino;
- un efluente o filtrado de blanqueo alcalino;
- o
- 15 un polvo, una disolución acuosa o cualquier mezcla de los mismos.
13. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 12, en el que la primera porción del efluente o filtrado consiste en el 2 - 95% (v/v); el 5 - 50% (v/v); o el 10 - 40% (v/v) del volumen total del efluente o filtrado.
- 20

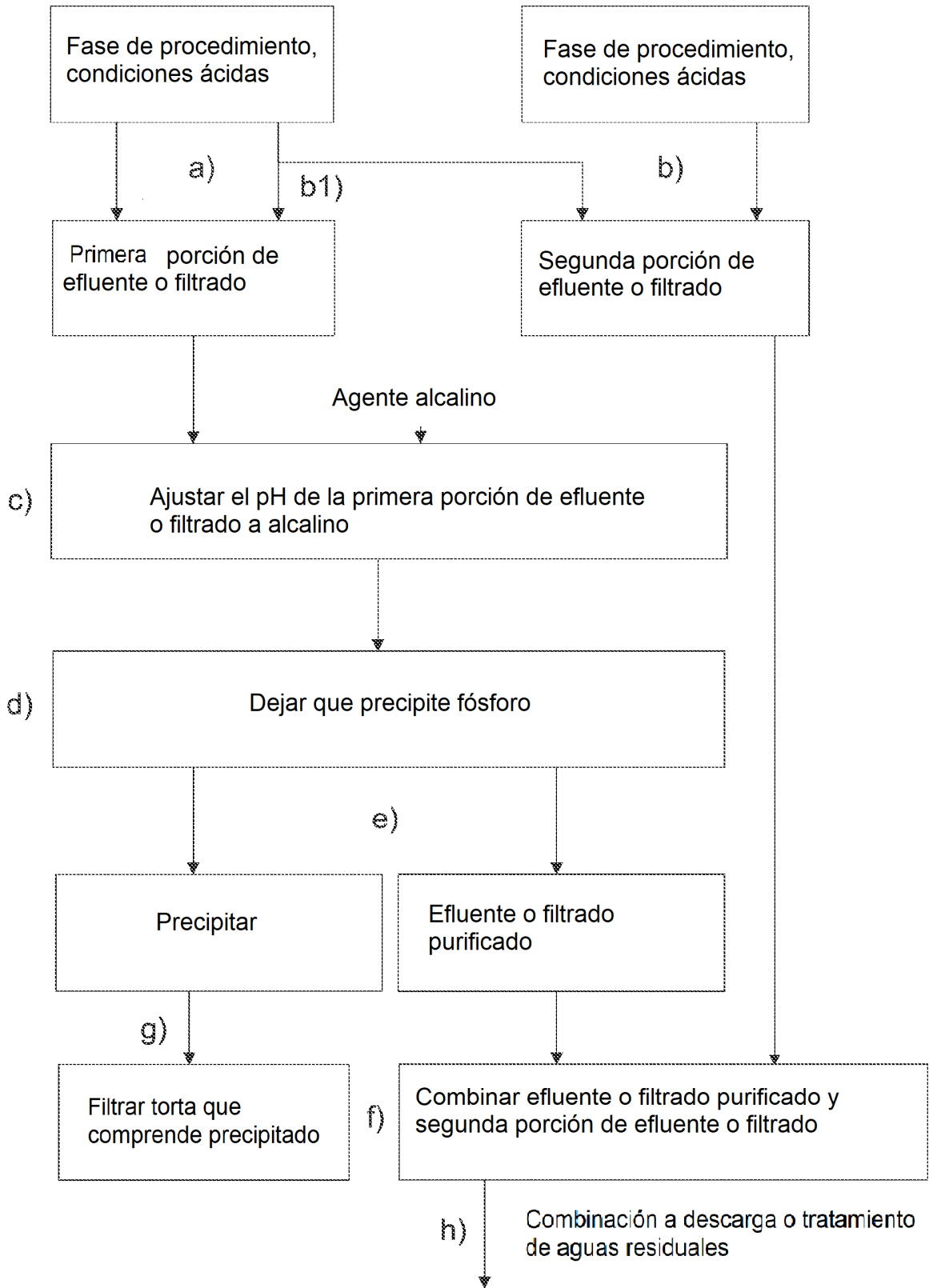


Fig. 1

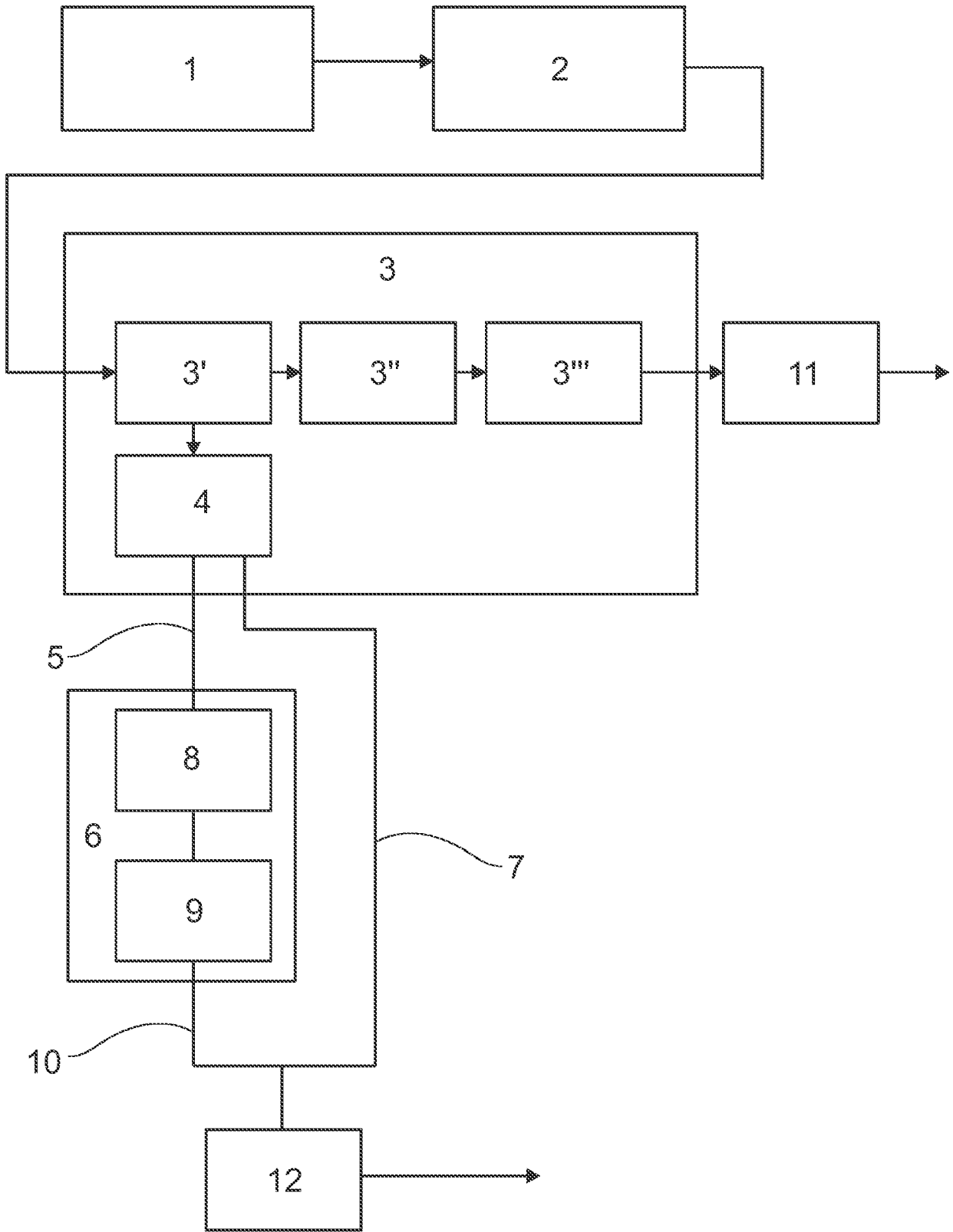


Fig. 2