



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 353 824**

51 Int. Cl.:
C02F 3/28 (2006.01)
C02F 103/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06829796 .9**
96 Fecha de presentación : **20.12.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1940746**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.07.2008**

54 Título: **Procedimiento para el tratamiento de agua de proceso.**

30 Prioridad: **21.12.2005 DE 10 2005 061 302**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.03.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.03.2011

73 Titular/es:
MERI ENVIRONMENTAL SOLUTIONS GmbH
Levelingstrasse 18
81673 München, DE

72 Inventor/es: **Menke, Lucas y**
Troubounis, George

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

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

La presente invención se refiere a un procedimiento para el tratamiento de agua de proceso conducida en el circuito, en especial para el tratamiento de agua de proceso en la fabricación de papel.

5 Es necesario un tratamiento del agua de proceso en muchas áreas técnicas, en especial en aquellos casos en los que el agua de proceso en la correspondiente instalación es conducida en circuito, a fin de impedir un enriquecimiento del agua de proceso con impurezas. Esto también rige en especial para el agua de proceso en la fabricación de papel, para ser precisos, tanto en la fabricación de papel a partir de fibras frescas, como también en especial en la fabricación de papel a partir de papel de desecho.

10 En las últimas décadas, cada vez más se obtiene papel a partir de papel de desecho, a fin de reducir el consumo de energía en la fabricación de papel, y en especial, a fin de reducir el consumo de recursos naturales. Mientras que para la fabricación de una tonelada de papel de fibras primarias, se requieren aproximadamente 2,2 toneladas de madera, el requerimiento de madera en el reciclado del papel puede reducirse drásticamente o incluso disminuir a cero en función de la cantidad de las fibras secundarias provenientes del papel de desecho, respecto a la cantidad de fibras total en el papel reciclado. Además, en la producción de papel reciclado en comparación con la
15 fabricación de papel a partir de fibras primarias, se requiere sólo la mitad de energía y sólo un tercio de agua fresca. Sin embargo, la calidad del papel reciclado, por ejemplo, en lo que respecta a resistencia a las tintas, el comportamiento de impresión, el grado de blancura y la resistencia al envejecimiento, es ahora tan alta como la de los papeles de fibras primarias.

20 En la fabricación del papel a partir de papel de desecho, se mezcla el papel de desecho primero con agua y se lo tritura en un dispositivo para disolver pulpas o bien materiales bajo agitación y mezclado, a efectos de disolver las uniones individuales de las fibras. Seguidamente tiene lugar una limpieza de las fibras, a efectos de remover los compuestos extraños no fibrosos, antes de opcionalmente decolorar las fibras, y finalmente se las elabora en forma de papel en una máquina papelera, eventualmente después de la adición de una reducida proporción de fibras primarias. En este caso, una instalación correspondiente comprende un dispositivo para el tratamiento o
25 acondicionamiento del papel de desecho y una máquina papelera, en el que el dispositivo para el tratamiento del papel de desecho presenta una unidad de disolución del papel de desecho o bien una pulpadora, en la cual al papel de desecho se le hace llegar agua de proceso para disolver y desmenuzar las fibras, un dispositivo de clasificación/selección para la remoción de impurezas o suciedades y una unidad de evacuación del agua para remover el agua de proceso. También se conoce prever en la instalación dos o más dispositivos para el tratamiento o acondicionamiento del papel de desecho, los denominados "loops" (bucles), a efectos de elevar la calidad de las
30 fibras preparadas a partir del papel de desecho. Al respecto, cada loop del dispositivo para el tratamiento del papel de desecho comprende preferentemente su propia unidad de tratamiento del agua de proceso, siendo posible desacoplar entre sí las unidades individuales de tratamiento del agua de proceso mediante un equipamiento de deshidratación previsto entre los loops individuales.

35 A efectos de poder conducir el agua de proceso en cada bucle en circuito y así poder minimizar la adición de agua fresca, es necesario que el agua de proceso sea depurada en una amplitud necesaria en las unidades individuales de tratamiento del agua de proceso. A tal efecto las unidades de tratamiento del agua de proceso comprenden usualmente una unidad de recuperación de material y/o una unidad de eliminación de material, en las que las fibras contenidas en el agua de proceso son separadas mecánicamente del agua de proceso, a efectos de
40 poder ser reconducidas por completo o parcialmente al dispositivo para el tratamiento del papel de desecho. Estas unidades para la recuperación de material o bien unidades para la eliminación de material están usualmente configuradas como instalaciones y de flotación con tamiz y/o por reducción de la presión.

45 Del documento DE 40 42 224 A1, se conoce una instalación para la fabricación de papel a partir de papel de desecho, que comprende un dispositivo para el tratamiento de papel de desecho, provisto de un bucle, así como una máquina papelera. El dispositivo para el tratamiento de papel de desecho comprende una pulpadora en la cual se introduce el papel de desecho y se la mezcla con agua de proceso, a efectos de disolver el papel de desecho, una etapa de clasificación y selección prevista situada corriente abajo de la pulpadora, en la que se separan las impurezas suspendidas desde el material de fibras producida en la pulpadora, una unidad de espesamiento destinada a remover en el mayor grado posible el agua de proceso del material de fibras en suspensión, así como
50 una unidad de tratamiento del agua de proceso para la depuración del agua de proceso. La unidad de tratamiento del agua de proceso consiste esencialmente en un dispositivo de pretratamiento, una etapa de clarificación anaerobia que comprende por ejemplo un reactor UASB, así como una etapa de clarificación aerobia. El agua de proceso depurada en la unidad de tratamiento del agua de proceso puede evacuarse como agua residual o bien, de acuerdo con otra forma de realización, ser reconducida parcialmente como agua de disolución la pulpadora y

parcialmente a la máquina papelera,¹ y en este último caso al agua de proceso conducida a través de la unidad de tratamiento del agua de proceso, del dispositivo para el tratamiento de papeles de desecho, se le añade una corriente parcial de agua de retorno procedente de la máquina papelera.

Por ello, en esta instalación el circuito del agua de proceso de la máquina papelera y de la unidad de proceso de tratamiento del agua de proceso no están completamente desacoplados entre sí, por lo que la calidad del agua de proceso en la máquina papelera y la calidad del agua de proceso en el dispositivo de tratamiento del agua de desecho no pueden controlarse de manera eficiente e independientemente entre sí. Otra desventaja de la forma de realización mencionada en último término, es que en el agua de proceso, debido a una conducción parcial del circuito, se originará una elevada dureza en el agua, que afectará y/o perjudicará la operación del reactor UASB anaerobio. Específicamente, en los reactores anaerobios se emplean pellas de microorganismos para cuya función es importante que presenten un peso específico definido, a efectos de poder ascender hacia arriba en el reactor durante la descomposición de los compuestos orgánicos a partir del agua de proceso, debido a los biogases formados que se adhieren a las pellas de los microorganismos, a efectos de poder separar los biogases formados en un depurador de gases. En especial, después de la separación del biogas el peso específico no ha de adquirir un valor tan elevado que las pellas de los microorganismos desciendan hasta el fondo del reactor, ya que en este caso el mismo ya no podrá participar en el proceso de depuración. Sin embargo, debido a su estructura y tamaño las pellas de los microorganismos funcionan como gérmenes de cristalización para deposiciones calcáreas, por lo que bajo los correspondientes valores de pH se depositan cal sobre las pellas de los microorganismos, y estas deposiciones conducen a un corrimiento o desplazamiento incalculable del peso específico de las pellas, por lo que éstas ya no podrán cumplir su función. También el metabolismo de los microorganismos anaerobios tiene como efecto un corrimiento del equilibrio entre la cal y el ácido carbónico debido a la generación entre otros de hidrógeno carbonato (HCO_3^-) lo que favorece más aún la precipitación de cal sobre las pellas de los microorganismos. A efectos de poder asegurar la función de las pellas de los microorganismos a pesar de la precipitación de la cal, es necesario aumentar las cantidades de recirculación en el reactor anaerobio, a efectos de mantener las pellas en flotación dentro del reactor a pesar de un mayor peso específico. Empero, la cantidad de la recirculación está delimitada por una parte por la capacidad hidráulica de los separadores y por otra parte por la necesidad de mantener laminar el flujo en el reactor. Por otra parte, las elevadas cantidades de recirculación, debido a la formación de un gradiente de presión, también causan en el lado de succión y de presión de la bomba en la conducción de la recirculación, el desprendimiento de dióxido de carbono y con ello otro desplazamiento del equilibrio entre cal y ácido carbónico en el sentido de una precipitación de cal.

Del documento EP 1 120 380 A2, se conoce un procedimiento para el tratamiento aerobio de agua cargada orgánicamente y/o para el ablandamiento de agua, en el que el agua que fluye hacia arriba se airea con aire comprimido que contiene oxígeno, en corriente continua en una zona de aireación, se evacúa el aire comprimido eventualmente con dióxido de carbono contenido en él, procedente del agua, los flóculos de lodo que se forman y eventualmente el carbonato de calcio precipitado o bien el carbonato de magnesio precipitado pueden dejarse depositar en una zona de sedimentación hasta dentro de una zona de reposo, fluyendo el agua en la zona de sedimentación hacia abajo, y la parte predominante del agua se transfiere desde la zona de sedimentación a la zona de aeración.

En el documento DE 199 14 779 A1, se describe un procedimiento para el tratamiento del circuito de agua de máquinas papeleras, en el que se separan los sólidos de las aguas residuales que salen de la máquina papelera y el agua depurada y una parte de los sólidos se reconducen nuevamente al proceso, separándose el agua residual en un primer paso del procedimiento de separación en una fracción de material fibroso y una fracción de materiales finos, reconduciéndose nuevamente la fracción de fibras hacia el proceso de producción, sometiéndose la fracción de finos a un segundo paso, separado, del procedimiento de separación, con lo cual se separan los finos del agua, y reconduciéndose una parte ajustable de regreso al proceso de producción, y selectivamente se añaden dosificadamente agentes adyuvantes antes del segundo paso del procedimiento de separación, que en el segundo paso del procedimiento de separación permiten la separación y remoción de materiales coloidales disueltos y de otras sustancias perjudiciales, que seguidamente se reconducen en su totalidad o parcialmente fuera del proceso de producción.

Por ello, el objetivo de la presente invención es el de poner a disposición una instalación para el tratamiento de agua de proceso así como un procedimiento correspondiente, en los que el agua de proceso se depura de manera eficiente, en los que en especial la dureza del agua y la calidad del agua de proceso puedan controlarse de manera selectiva y que también sea adecuada en especial también para el tratamiento de aguas de proceso con una elevada dureza de agua, tales como las aguas de proceso en una instalación para la fabricación de papel a partir de papel de desecho. En especial, el agua de proceso tratada debe estar tan depurada que se evite de manera fiable un trastorno de la operación de un reactor anaerobio debido a precipitaciones de cal.

De acuerdo con la invención este objetivo se logra mediante un procedimiento para el tratamiento de agua de proceso conducida en circuito en la producción de papel, que comprende por lo menos una etapa de tratamiento de agua de proceso, en que al menos una parte del agua de proceso alimentada de manera continua a la etapa de tratamiento de agua de proceso se somete en un paso de depuración en un reactor anaerobio cargado con microorganismos anaerobios, así como una etapa de descalcificación, en la que el agua de proceso se somete a una etapa de flotación por reducción de presión, llevándose a cabo el procedimiento en una instalación que comprende por lo menos una unidad de tratamiento de agua de proceso, presentando por lo menos una de las unidades de tratamiento del agua de proceso una unidad de filtración, un reactor anaerobio cargado con microorganismos anaerobios así como una unidad de eliminación de la cal, estando la unidad de eliminación de cal dispuesta corriente abajo del reactor anaerobio, y estando la unidad de filtración dispuesta corriente abajo de la unidad de eliminación de cal así como corriente abajo del reactor anaerobio.

Por el hecho de que el agua de proceso se expone a una etapa de depuración en un reactor anaerobio, es posible remover de manera selectiva y eficiente las impurezas contenidas en el agua de proceso, en especial las impurezas orgánicas y biológicas. Gracias a la pureza así lograda es posible conducir el agua de proceso de manera completa o por lo menos aproximadamente completa al circuito, sin que aumente la concentración de las impurezas a través de la conducción en circuito. Esto permite una minimización de las necesidades de agua fresca en la instalación, ya que el agua del proceso es sometido además a un paso de descalcificación, para lo cual la dureza del agua en el agua de proceso conducido en el circuito se controla de manera tal que en el reactor anaerobio no se origina ninguna deposición de cal perjudicial sobre las pellas de los microorganismos allí contenidos, con lo cual se optimiza la eficiencia del procedimiento. En su conjunto el procedimiento de acuerdo con la invención permite de esta manera una conducción prácticamente completa del circuito del agua de proceso y el control eficiente de la calidad del agua de proceso. Otra ventaja del procedimiento de acuerdo con la invención consiste en que el agua de proceso tratada anaeróbicamente está cargada con microorganismos anaerobios, que en un entorno aerobio, como el que se encuentra por ejemplo en las etapas del proceso y en los recipientes de tratamiento de pulpa de madera, no pueden sobrevivir o si sobreviven es en un grado desdeñable, por lo que puede impedirse de manera fiable una incrustación de las partes correspondientes de la instalación con microorganismos, como la que se presenta en instalaciones que contienen reactores que comprenden microorganismos aerobios.

En principio el procedimiento del tratamiento del agua de proceso de acuerdo con la presente invención puede llevarse a cabo en cualquier instalación en la que se conduzca agua de proceso en un circuito. En especial en el caso de la producción del papel el agua de proceso se carga con cantidades significativas de impurezas, por lo que el procedimiento inventivo es adecuado para la depuración del agua de proceso que se origina en la producción del papel, independientemente de si se trata de agua de proceso de una instalación para la producción de papel a partir de fibras frescas o de agua de proceso de una instalación para la producción de papel a partir de papel de desecho.

En este caso la instalación en la que se lleva a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención, además de por lo menos una unidad de tratamiento del agua de proceso, puede comprender al menos un dispositivo de tratamiento de pulpa de madera y/o por lo menos una máquina papelera, caso éste en el que el al menos un dispositivo para el tratamiento del material y/o la por lo menos una máquina están asociados con por lo menos una de las unidades para el tratamiento de agua de proceso que comprende un reactor anaerobio cargado con microorganismos anaerobios.

En especial, cuando en el caso de la instalación se trata de una instalación para la producción de papel a partir de papel de desecho, es preferible que el mismo presente un dispositivo para el tratamiento de papel de desecho en calidad de dispositivo para el tratamiento de pulpa de madera para la producción de fibras a partir de papel de desecho y/o una máquina papelera para la producción de papel a partir del material de fibras, presentando el dispositivo para el tratamiento de papel de desecho una o varias etapas y por lo menos una de estas etapas y/o la máquina papelera comprende su propia unidad de tratamiento del agua de proceso, comprendiendo la por lo menos una de las unidades de tratamiento del agua de proceso un reactor anaerobio cargado con microorganismos anaerobios así como una unidad de eliminación del calcio. En especial, cuando la máquina papelera y cada etapa o cada bucle del dispositivo para el tratamiento del papel de desecho contiene un reactor anaerobio, así como una unidad de tratamiento del agua de proceso que comprende una unidad de eliminación de la cal, es posible controlar la calidad del agua de proceso, es decir la cantidad de las impurezas contenidas en el agua de proceso, para cada bucle por separado. De esta manera se posibilita una administración óptima de la calidad del agua durante la producción del papel a partir de papel de desecho.

A efectos de lograr una explotación eficiente del papel de desecho empleado en la instalación así como de las fibras contenidas en el mismo, se propone prever en la por lo menos una unidad de tratamiento del agua de

proceso adicionalmente una unidad de recuperación de material y/o una unidad de eliminación de material. Se logran buenos resultados en especial cuando la unidad de recuperación de material o bien la unidad de eliminación de material está configurada como una combinación del dispositivo de recuperación de material (por ejemplo un dispositivo con barrera de tamiz) y dispositivo de microflotación (o dispositivo de flotación por reducción de la presión) en serie como cascada. En la primera etapa, que preferiblemente está configurada como filtración de rociado, se recuperan las fibras utilizables mientras que en la segunda etapa, a saber la eliminación de los materiales, se eliminan los finos del agua de proceso.

De acuerdo con la invención, la por lo menos una unidad de tratamiento del agua de proceso comprende además una unidad de filtración, a efectos de separar las partículas sólidas contenidas en el agua de proceso. En este caso, la unidad de filtración está dispuesta corriente abajo con respecto a la unidad de eliminación del calcio, así como corriente abajo del reactor anaerobio.

De acuerdo con la invención la unidad de eliminación de la cal está dispuesta en la por lo menos una unidad de tratamiento del agua de proceso corriente abajo con respecto al reactor anaerobio. Dado que la carga de la masa, es decir la concentración de sólidos en el agua de proceso, corriente abajo del reactor anaerobio, es menor que corriente arriba del reactor anaerobio, la disposición de la unidad de eliminación de la cal corriente abajo con respecto al reactor anaerobio es ventajosa, en especial en instalaciones para la producción de papel, en las cuales se fabrican papeles gráficos.

También se logran resultados especialmente buenos en cuanto a la remoción de las impurezas a partir del agua de proceso, cuando se somete el agua de proceso en un paso de calcificación de acuerdo con la invención, a un paso de flotación por reducción de la presión. En la flotación por reducción de la presión, el agua de proceso a ser tratada se ajusta preferentemente en primer término mediante la adición de un agente ajustador del pH, por ejemplo lejía de sosa, llevándosela a un valor de pH neutro o alcalino adecuado para la formación de cal, preferentemente entre 7 y 10, más preferentemente entre 7 y 9, y de manera especialmente preferible entre 7,5 y 8,5. A título opcional, es posible añadir al agua agentes de precipitación y/o agentes coadyuvantes de la floculación a efectos de facilitar la formación de la cal. Seguidamente a la mezcla así generada se le aplica gas presurizado, preferiblemente aire comprimido, y se aplica presión a esta mezcla antes de reducirse la presión de la mezcla cargada con presión en una reacción de flotación por reducción de la presión, o a una presión menor, con lo cual el gas comprimido previamente aplicado en forma de ampollas de gas sale del agua y fluye hacia arriba. En este caso, las ampollas de gas se llevan consigo los flóculos de cal contenidos en el agua, por lo que los mismos se separan del agua.

A efectos de lograr una separación eficiente de la cal, en una configuración ulterior del concepto inventivo se propone que en el paso de la flotación por reducción de la presión se ajuste la diferencia de presiones entre la aplicación de la presión y la reducción de la presión a por lo menos 200 KPa, preferiblemente por lo menos 300 KPa, de manera especialmente preferida por lo menos 400 KPa, y de manera más especialmente preferida todavía por lo menos 500 KPa. Cuanto mayor sea la diferencia de presiones anteriormente mencionada, más pequeñas serán las perlas del gas que se originan durante la reducción de la presión, por lo que debido a las mayores relaciones entre superficie y volumen se logra una separación más elevada de la cal.

Es preferible que el dispositivo para la flotación por reducción de la presión abarque un dispositivo de precipitación en el mediante la adición de uno de los siguientes: medios para ajustar el pH, agentes de precipitación, adyuvantes de floculación y cualquier combinación de los mismos se haga precipitar la cal del agua de proceso, así como un dispositivo de separación de cal, en el que la cal se precipita y separe del agua de proceso. A título de ejemplo el dispositivo de precipitación puede contener un dispositivo para ajustar el valor del pH así como una tubería de acometida para agente de precipitación y/o agente de floculación, mientras que el dispositivo de separación de cal presenta preferentemente una unidad de mezclado para gas comprimido, un reactor de solución de gas para la solución física del gas comprimido en el agua de proceso, así como un reactor de flotación por reducción de la presión.

Como alternativa a la forma de realización anteriormente mencionada, la eliminación de la cal puede tener lugar después de la correspondiente precipitación, también mediante fuerza centrífuga, por ejemplo con una centrifugadora o con un ciclón.

En el caso de la forma de realización anteriormente mencionada, para lograr un mezclado homogéneo de agua de proceso con la sustancia elegida de entre el grupo consistente en agentes para el ajuste del pH, agentes de precipitación, coadyuvantes de floculación, y combinaciones discrecionales de los mismos, es preferible que la

instalación presente una unidad de mezclado para el mezclado conjunto de la al menos una sustancia mencionada.

En el caso de la forma de realización anteriormente mencionada, tanto el dispositivo de precipitación como también el dispositivo de separación de cal, están dispuestos corriente abajo con respecto al reactor anaerobio.

5 En calidad de reactor anaerobio que puede ser cargado con microorganismos anaerobios pueden utilizarse todos los tipos de reactores anaerobios conocidos de la persona experta, por ejemplo reactores de lodo de contacto, reactores de UASB, reactores de EGSB, reactores de lecho sólido y reactores de lecho fluidizado, habiéndose logrados resultados buenos en especial con los reactores UASB y con los reactores EGSB. Delante del reactor anaerobio puede estar acoplado un reactor de preacidificación, en el que el agua de proceso, antes de su introducción en el reactor anaerobio es sometida a una acidogénesis y/o a una hidrólisis. Mientras que en una hidrólisis enzimática se descomponen polímeros como por ejemplo polisacáridos, polipéptidos y grasas, a través de exoenzimas procedentes de microorganismos en sus monómeros, como azúcares, aminoácidos y ácidos grasos, durante la acidogénesis por microorganismos acidógenos estos monómeros se convierten en ácidos orgánicos, alcoholes, aldehídos, hidrógeno y dióxido de carbono.

15 El dispositivo de tratamiento de pulpa de madera de la instalación en la que se lleva a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención, puede comprender una o varias etapas, obteniéndose en especial buenos resultados con instalaciones que comprenden uno a tres etapas de tratamiento de pulpa de madera, estando las etapas individuales preferiblemente desacopladas entre sí preferentemente por medio de una etapa de remoción del agua. Se prefiere que el dispositivo de tratamiento de pulpa de madera abarque dos etapas desacopladas entre sí. En el caso de una instalación para la producción de papel a partir de papel de desecho, en la que el dispositivo de tratamiento de pulpa de madera está configurado como dispositivo para el tratamiento de papel de desecho, la o las etapas de tratamiento de los materiales está o están configurados como etapas para el tratamiento de papel de desecho.

25 En una instalación para la producción de papel, e independientemente de la cantidad de etapas del dispositivo de tratamiento de pulpa de madera, es ventajoso que al menos una de las etapas del dispositivo de tratamiento de pulpa de madera como también la máquina papelera abarquen en cada caso su propia unidad de tratamiento del agua de proceso, presentando cada una de las unidades individuales de tratamiento del agua de proceso en cada caso un reactor anaerobio así como una unidad de eliminación de la cal.

30 En una variante del concepto inventivo se propone que todas las etapas del dispositivo de tratamiento de pulpa de madera y la máquina papelera abarquen, cada una de ellas, por lo menos su propia unidad de tratamiento del agua de proceso, presentando las unidades individuales de tratamiento del agua de proceso en cada caso un reactor anaerobio así como una unidad de eliminación de la cal, para lo cual la máquina papelera y cada etapa o bien cada bucle del dispositivo de tratamiento de pulpa de madera contenga una unidad de tratamiento del agua de proceso que comprenda un reactor anaerobio así como una unidad de eliminación de la cal, con lo que es posible controlar la calidad del agua de proceso, es decir la cantidad de las impurezas contenidas en el agua de proceso, para cada bucle por separado. De esta manera se posibilita una administración óptima de la calidad del agua en la producción de papel.

40 Es preferible que la instalación en la cual se lleva a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención abarque además un dispositivo para la depuración de las aguas residuales, por medio del cual se depura una parte del agua de proceso conducida en circuito y se la evacúa de la instalación, a efectos de reemplazar esta parte por agua fresca.

En este caso el dispositivo para la depuración de las aguas residuales puede comprender uno o varios equipamientos seleccionados entre el grupo de unidades para la eliminación de material, unidades de refrigeración, unidades para el tratamiento biológico de aguas residuales, y combinaciones discrecionales de los mismos.

45 En el caso de la forma de realización anteriormente mencionada, es preferible que en la instalación se haya previsto una conducción para la reconducción parcial desde el dispositivo de depuración de las aguas residuales al dispositivo de tratamiento de pulpa de madera y/o a la máquina papelera.

Es preferible que el agua de proceso conducida de manera continua a la etapa del tratamiento del agua residual proceda de un dispositivo de tratamiento de pulpa de madera, por ejemplo un dispositivo para el tratamiento de papel de desecho y/o una máquina papelera.

El procedimiento de acuerdo con la invención se lleva a cabo preferentemente en la instalación anteriormente descrita.

Seguidamente se describe la presente invención a título de ejemplo, con ayuda de formas de realización ventajosas y haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

5 En los dibujos:

La Figura 1 es una representación esquemática de una instalación para la producción de papel a partir de papel de desecho, que es adecuada para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención; y

La Figura 2 es una representación esquemática de una etapa de un dispositivo para el tratamiento de pulpa de madera de acuerdo con un segundo ejemplo de realización de la presente invención.

10 La instalación mostrada en la Figura 1 comprende un dispositivo 100 para el tratamiento de papel de desecho así como una máquina papelera 200 unida a un dispositivo 100 para el tratamiento de papel de desecho asociada con el dispositivo 100 y corriente abajo con respecto al mismo. En este caso, el dispositivo para el tratamiento del papel de desecho 100 comprende dos etapas o bien bucles, 101a y 101b, esencialmente desacoplados entre sí e indicadas en la Figura 1 mediante recuadros punteados.

15 La primera etapa, 101a, del dispositivo para el tratamiento del papel, 100, comprende una entrada para materia prima, 102, una pulperadora o bien una deshilachadora, 105, un dispositivo de clasificación selección, 110a, así como una unidad de deshidratación, 115a, todos los cuales están dispuestos secuencialmente entre sí y acoplados entre sí. Dentro de los alcances de la invención, una pulperadora o bien deshilachadora, 105, se entiende no sólo un equipamiento constituido por un componente individual de dispositivo como se muestra esquemáticamente en la Figura 1, sino en especial también una combinación de dispositivos que comprende varios componentes individuales de dispositivos, cada uno de los cuales contiene los componentes o equipos necesarios para la desintegración de la pulpa. Lo mismo rige para el equipamiento de clasificación selección 110a, la unidad de deshidratación 115a y todos los otros componentes mostrados en la Figura 1.

20 La deshilachadora 105, y el equipamiento de clasificación selección, 110a, están unidos en cada caso mediante una conducción con una unidad para el tratamiento de los rechazos, 118a.

Por otra parte, la primera etapa, 101a, del dispositivo para el tratamiento del papel de desecho, 100, comprende una unidad de tratamiento del agua de proceso, 116a, al que por intermedio de correspondiente conductos desde la unidad para tratamiento de los rechazos, 118a, así como desde la unidad de deshidratación, 115a, se hace llegar el agua de proceso que incide en dichas partes de la instalación. En este caso el dispositivo de clasificación selección 110a, puede también comprender una serie de equipamientos de clasificación selección (no se representa). La unidad de tratamiento del agua de proceso, 116a, consiste en una unidad de recuperación de material, 120a, un reactor anaerobio cargado con microorganismos anaerobios, 125a, una unidad de eliminación de la cal, 130a, así como una unidad de filtración 140a, que están dispuestos secuencialmente entre sí y acoplados entre sí. Desde la unidad de filtración, 140a, una conducción del retorno 145a conduce de regreso a la deshilachadora 105. Adicionalmente a la unidad de recuperación de material, 120a, en el dispositivo para el tratamiento del papel de desecho, 100, puede haberse previsto una unidad de eliminación de material (no se representa).

40 A diferencia de la primera etapa, 101a, la segunda etapa, 101b, del dispositivo para el tratamiento del papel de desecho, 100, comprende un dispositivo de clasificación selección 110b unido a la unidad de deshidratación, 115a, una unidad de oxidación o bien una unidad de reducción, 112, así como una unidad de deshidratación, 115b, que están dispuestas secuencialmente entre sí y unidas entre sí. Además la segunda etapa 101b muestra una unidad de tratamiento del agua de proceso, 116b, que está estructurada análogamente a la unidad de tratamiento del agua de procesamiento, 116a, de la primera etapa 101a, estando la unidad de filtración 140b de la segunda etapa 101b del dispositivo para el tratamiento del papel de desecho, 100, unida por intermedio de una tubería de reconducción 145b al dispositivo de clasificación selección 110b y por intermedio de una tubería de corriente parcial, 170a con la tubería de reconducción 145a procedente de la unidad de filtración, 140a, de la primera etapa 101a, del dispositivo para el tratamiento del papel reciclado, 100. Mientras que el dispositivo de clasificación selección 110b y la unidad de oxidación o bien la unidad de reducción 112 están unidos mediante tuberías correspondientes a una unidad para el tratamiento de los rechazos 118b, la unidad de deshidratación 115b está unido directamente a la unidad de recuperación de los materiales 120b de la unidad de tratamiento del agua de proceso 116b. Además, un

conducto conduce desde la unidad de oxidación o bien de unidad de reducción 112, a la unidad de recuperación de materiales, 120b.

La máquina papelera 200 comprende una clasificadora seleccionadora centrífuga 202, un dispositivo para la clasificación selección de finos 204, una parte de molde de máquina papelera 206, una parte de prensa de máquina papelera 208 así como una parte seca 210, todos ellos dispuestos secuencialmente entre sí y unidos entre sí. La clasificadora seleccionadora centrífuga 202 así como el dispositivo de clasificación selección de finos, 204, están unidos a una unidad de tratamiento de rechazos, 212, y la parte de molde de máquina papelera 206 así como la parte de prensa de máquina papelera 208 están unidos a una unidad de recuperación de fibras, 214. Además la unidad de tratamiento de rechazos 212, así como la unidad de recuperación de fibras, 214, están unidas por intermedio de tuberías correspondientes con una unidad de tratamiento del agua de procesamiento, 216, que consiste en una unidad de remoción de materiales, 220, un reactor anaerobio 225 cargado con microorganismos anaerobios, una unidad de eliminación de la cal, 230, y una unidad de filtración 240. Además, una tubería de reconducción 270 conduce desde la unidad de filtración 240 de la máquina papelera 200 en la tubería 170 de la segunda etapa 101b del dispositivo para el tratamiento del papel de desecho, 100. La unidad de recuperación de fibras, 214, y la unidad de eliminación de material, 220, pueden también combinarse en un conjunto de dispositivos configurado por ejemplo como microflotación.

Por otra parte, dentro de la región de la máquina papelera 200 se ha previsto una tubería para la acometida de agua fresca, 280, por medio de la cual es posible hacer llegar agua fresca a la máquina papelera. En este caso, la tubería de la acometida del agua fresca 280 puede desembocar en diversos lugares en la máquina papelera 200, por ejemplo en la tubería de alimentación a la clasificadora seleccionadora centrífuga 202 y/o en la parte de molde de la máquina papelera 206 y/o en la parte de prensa de la máquina papelera 208, por lo cual no en la Figura 1 no se ha representado la posición exacta de la tubería de acometida de agua fresca 280. Además, en la instalación se ha previsto una conducción de aguas residuales 300 por medio de la cual es posible evacuar las aguas residuales de la instalación. También la conducción de aguas residuales 300 puede estar dispuesta en diversas posiciones de la instalación, por ejemplo en la tubería 170, razón ésta por la cual en la Figura 1 tampoco se ha representado la posición exacta de la conducción de aguas residuales 300. La conducción de aguas residuales 300 conduce a una unidad mecánica de eliminación de materiales 305 a la que está acoplada una unidad de enfriamiento 310 así como una unidad de depuración biológica de las aguas residuales. Desde la unidad de depuración biológica de las aguas residuales 315, que puede comprender una unidad de eliminación de la cal y una unidad de filtración, hay un conducto que lleva a los desagües públicos, 400, por ejemplo un curso natural; sin embargo, también puede reconducirse una corriente parcial de ello de acuerdo con la necesidad de regreso a la máquina papelera o al tratamiento de pulpa de madera.

Durante la operación de la instalación se introduce de manera continua papel de desecho a través de la entrada de materias primas 102 en la deshilachadora 105, de la primera etapa 101a del dispositivo 100 para el tratamiento del papel de desecho, en donde se mezcla el papel de desecho con agua de proceso que se hace llegar por intermedio de la conducción de retorno 145a y se desmenuza para recuperar las fibras. Mientras que las fibras recuperadas en la deshilachadora 105 puede transportarse de manera continua en forma de una suspensión de fibras al dispositivo de clasificación selección 110a, el agua del proceso que se forma en la deshilachadora 105, que puede contener restos de fibras se conduce seguidamente a la unidad para el tratamiento de rechazos, 118a, y desde allí, después de la separación de los rechazos en la unidad reeliminación de materiales, 120a, de la unidad de tratamiento del agua de proceso, 116a, del dispositivo de tratamiento del papel de desecho, 100. En el dispositivo de clasificación selección 11a, y a partir de la suspensión de fibras, por ejemplo mediante barreras de libras y típicamente en varias etapas, se retiran los materiales inadecuados, livianos o pesados, que son más grandes que las fibras, como por ejemplo grandes suciedades en forma de láminas de plástico y piezas de plástico. Además, en el dispositivo de selección clasificación 110a también es posible llevar a cabo una flotación a efectos de eliminar pigmentos, tintas y partículas de color (destintado). Además, durante el lavado de los materiales es posible separar finos y cenizas. En la unidad de deshidratación 115a dispuesta corriente abajo con respecto al dispositivo de clasificación selección 110a que preferiblemente está configurado como filtro de deshidratación y/o como prensa de tornillo, se espesa la suspensión de fibras mediante la remoción del agua de proceso, para llegar como suspensión espesada de fibras desde la unidad de deshidratación 115a al dispositivo de clasificación selección 110b de la segunda etapa 101b del dispositivo 100 para el tratamiento del papel de desecho. Una corriente parcial del agua de proceso que se produce en el dispositivo de clasificación selección 110a se conduce a la unidad 118a para el tratamiento de los rechazos, mientras que la otra corriente parcial del agua de proceso que se presenta en el dispositivo de clasificación selección 110a se conduce junto con el agua del proceso que se produce en la unidad de deshidratación 115a de la primera etapa 101a, por intermedio de tuberías correspondientes directamente a la unidad de recuperación de materiales, 120a, de la unidad de tratamiento del agua de proceso, 116a, de la primera etapa, 101a, del dispositivo para el tratamiento del papel de desecho, 100, en el que a partir del agua de proceso se separan los materiales fibrosos contenidos en el mismo, y que se reconducen nuevamente al proceso de tratamiento.

Es preferible que la unidad de recuperación de los materiales, 120a, esté configurada como dispositivo de flotación por reducción de la presión.

Como alternativa a ello, es posible reconducir una corriente parcial del agua de proceso extraída de la unidad de deshidratación 115a o la totalidad del agua de proceso extraída de la unidad de deshidratación 115a, directamente, es decir derivándose la unidad de tratamiento del agua del proceso, 116a, al equipamiento para la disolución de materiales, 105. En especial durante el tratamiento del papel en el que el agua de proceso presenta una reducida concentración de sólidos, como por ejemplo en el caso de la preparación de papel gráfico, puede prescindirse de la unidad de recuperación de materiales, 120a, 120b, o bien de la unidad para retirar los materiales, 122, 220.

En el caso de la instalación representada en la Figura 1, el agua de proceso que se presenta en la unidad para el tratamiento de los rechazos, 118a, es conducida a la unidad de recuperación de los materiales, 120a. Sin embargo, como alternativa a ello es también posible evacuar el agua de proceso que se presenta en la unidad para el tratamiento de los rechazos, 118a, como desagüe a partir del dispositivo por el tratamiento del papel de desecho, 101a, y por ejemplo por intermedio de la tubería de desagüe 300 llevarlo a la unidad mecánica para retirar los materiales, 305 y seguidamente a través de la unidad de enfriamiento 310 así como a través de la unidad de depuración biológica de las aguas residuales 315.

De la unidad de recuperación de material 120a se conduce de forma continua el agua de proceso libre de materiales fibrosos en un reactor anaerobio cargado con microorganismos anaerobios 125a, en el que se degradan impurezas químicas y biológicas por acción de microorganismos anaerobios en el agua de proceso. En este caso, al reactor anaerobio 125a se puede conectar previamente para regular el agua de proceso a un rango de temperaturas óptimas una etapa de refrigeración (no representada) y un reactor de preacidificación (no representado), en el que el agua de proceso se somete a una acidogénesis y/o hidrólisis. Del reactor anaerobio 125a, se conduce el agua de proceso liberada así de las impurezas químicas y biológicas a la unidad de eliminación de cal 130a ubicada corriente abajo, que está diseñada como dispositivo de flotación por reducción de presión. En esta unidad de eliminación de cal 130a se precipitan los carbonatos e hidrogenocarbonatos presentes en el agua de proceso en su mayoría como cal y se eliminan del agua de proceso. Además, en la unidad de eliminación de cal 130a tiene lugar una llamada "oxidación flash", en la que se oxidan los productos finales metabólicos formados en el reactor anaerobio 125a por medio del aire o sobresaturación del aire disuelto alimentado, con lo cual se produce una degradación oxidativa adicional de la suciedad y/o las impurezas contenidas en el agua de proceso y se reduce ampliamente una emisión de olores. La precipitación de cal se produce en este caso por desplazamiento del equilibrio de cal-ácido carbónico, que se logra por dosificación de productos químicos apropiados, en especial de un agente de regulación del pH, a través del cual el valor del pH del agua de proceso se regula a un valor neutro o alcalino que es preferentemente de entre 7 y 10, con preferencia especial, de entre 7 y 9 y con preferencia muy especial, de entre 7,5 y 8,5. Además, también se pueden añadir al agua de proceso con este fin agentes precipitantes y/o coadyuvantes de floculación para facilitar la precipitación de cal y la formación de copos de cal con un tamaño apropiado para una separación efectiva. Además, en el dispositivo de flotación por reducción de presión se introduce gas comprimido, por ejemplo, aire comprimido, y la mezcla así generada se carga con presión antes de que esta mezcla se exponga a una presión reducida. De esta manera, el gas comprimido sale burbujeando de la mezcla y fluye en forma de pequeñas burbujitas en el dispositivo hacia arriba, con lo cual se rompen las sustancias sólidas, en especial los flóculos de cal formados y se separan del agua de proceso. Del dispositivo de eliminación de cal 130a se conduce el agua de proceso depurada así descalcificada a una unidad de filtración 140a, que está diseñada, por ejemplo, como unidad de filtración de arena, a fin de eliminar el material particulado restante del agua de proceso. Además, a la unidad de filtración 140a puede estar conectada posteriormente una unidad de desalinización (no representada).

A través de la tubería de retorno 145a se reciclan el agua de proceso depurada y descalcificada en la unidad de tratamiento de proceso 116a de la primera etapa 101a del dispositivo de tratamiento de papel de desecho 100 en el pulpadora o dispositivo para disolver materiales 105.

La suspensión de fibras espesada evacuada de la unidad de deshidratación 115a de la primera etapa 101a del dispositivo de tratamiento de papel de desecho 100 entra a la etapa de clasificación 110b y desde allí en una unidad de oxidación o una unidad de reducción 112, antes de que la suspensión de fibras se espese en la unidad de deshidratación 115b de la segunda etapa 101b, para eliminar de la suspensión de fibras tanta agua de proceso como sea posible. Análogamente a la primera etapa 101a del dispositivo de tratamiento de papel de desecho 100, el agua de proceso producida en el dispositivo de clasificación 110b y una corriente parcial del agua de desecho producida en la unidad de oxidación o la unidad de reducción 112 se llevan a la unidad de tratamiento por rechazo 118b y el agua de proceso allí producida se lleva a la unidad de recuperación de material 120b. La otra corriente parcial del agua de proceso producida en la unidad de oxidación o unidad de reducción 112, así como el agua de

proceso que se produce en la unidad de deshidratación 115b se conducen directamente a la unidad de recuperación de material 120b de la unidad de tratamiento del agua de proceso 116b de la segunda etapa 101b del dispositivo de tratamiento de papel de desecho 100 y en la unidad de tratamiento del agua de proceso 116b se purifican y se descalcifican. El agua de proceso tratada de esta manera retorna de la unidad de filtración 140b a través de la tubería 170 y la tubería de retorno 145b en su gran mayoría al dispositivo de clasificación 110b, por el contrario, un posible exceso de agua de proceso retorna a través de la tubería de corriente parcial 170a a la primera etapa 101 hasta el dispositivo de preparación de papel de desecho 100 y se conduce en la tubería de retorno 145a que lleva a la deshilachadora 105.

En la máquina papelera 200, se procesa hasta papel la suspensión de material fibroso espesado reciclado continuamente de la unidad de deshidratación 115b por medio del clasificador centrífugo 202, en el que se separan partes con un peso específico mayor o menor que el agua, el dispositivo de clasificación fina 204, la parte de molde de la máquina papelera 206, la parte de prensado de la máquina papelera 208 y la parte de secado 210. Mientras que el agua de proceso producida en las partes de la instalación 202 y 204 se lleva a la unidad de tratamiento por rechazo 212, se conduce el agua de proceso producida en las partes de la instalación 206 y 208 en la unidad de recuperación de las fibras 214. Mientras que los rechazos se deshidratan en la unidad de tratamiento de rechazos 212, en la unidad de recuperación de fibras 214, se quita el material del agua de proceso proveniente de la parte de moldeo de la máquina papelera 206 y la parte de prensa de la máquina papelera 208 y se separa de estas fibras. El agua de proceso producida en la unidad de tratamiento por rechazo 212, así como en la unidad de recuperación de fibras 214 se conduce de modo continuo a la unidad de tratamiento del agua de proceso 216 de la máquina papelera 200 y pasa allí secuencialmente por la unidad de eliminación de material 220, el reactor anaerobio 225, la unidad de eliminación de cal 230 y la unidad de filtración 240, que trabajan como las partes de la instalación correspondientes a las antes descritas de las unidades de tratamiento del agua de proceso 116a, 116b del dispositivo de tratamiento de papel de desecho 100. Alternativamente, el agua de proceso producida en la unidad de tratamiento de rechazos 212 se expulsa como agua de desecho de la instalación y solo el agua de proceso producida en la unidad de recuperación de fibras 214 se puede conducir de modo continuo a través de la unidad de tratamiento del agua de proceso 216 de la máquina papelera 200. El agua de proceso extraída, depurada y descalcificada de la unidad de filtración 240 se recicla a través de la tubería de retorno 270 y la tubería de corriente parcial 270b en su mayoría en el clasificador centrífugo 202 de la máquina papelera 200, por el contrario, un posible exceso de agua de proceso se conduce a través de la tubería de corriente parcial 270a en la tubería 170 que viene de la unidad de filtración 140b de la segunda etapa 101b del dispositivo de tratamiento de papel de desecho 100.

Un circuito de agua de proceso completamente cerrado sería básicamente posible, pero a largo plazo llevaría a la acumulación de impurezas que, en definitiva, perjudicarían la rentabilidad de la instalación. Por ello, al proceso, preferentemente a la máquina papelera 200, se provee de forma continua a través de la tubería de alimentación de agua fresca 280 una proporción relativamente pequeña de agua fresca respecto de la cantidad de agua de proceso guiada en el circuito. Una correspondiente cantidad de agua de proceso se elimina del proceso a través de la tubería de aguas residuales 300 y a través de la unidad de eliminación de material 305, la unidad de enfriamiento 310 y la unidad biológica de depuración de aguas residuales 315, que puede comprender también una unidad de eliminación de cal y/o unidad de filtración, se sigue depurando antes de que esta corriente se derive como agua residual en las aguas públicas 400. Además, el agua residual retirada, tal como se mencionó previamente, de manera opcional de las unidades de tratamiento de rechazos, 118a, 118b, 212, puede también eliminarse a través de la tubería de aguas residuales 300 y purificarse a través de la unidad de eliminación de material 305, la unidad de enfriamiento 310 y la unidad de depuración biológica de aguas residuales 315.

La disposición representada en la Fig. 1 de las unidades de eliminación de cal 130a, 130b, 230 se prefiere en especial en la fabricación de papeles gráficos porque la carga másica, es decir, la concentración de sustancias sólidas en el agua de proceso, es comparativamente pequeña.

En el caso de la forma de realización mostrada en la Fig. 1, se trata de una instalación para la fabricación de papel a partir de papel de desecho. En este caso, de forma esquemática únicamente la deshilachadora 105 mostrada en la Fig. 1, los dispositivos de clasificación 110a, 110b, las unidades de deshidratación 115a, 115b, la unidad de oxidación o unidad de reducción 112, el clasificador centrífugo 202, el dispositivo de clasificación fina 204, la parte de molde de la máquina papelera 206, y la parte de prensa de la máquina papelera 208 se han representado, y los mismos no reproducen la instalación de fabricación de papel con el último detalle. A modo de ejemplo, uno de los dos dispositivos de clasificación 110a, 110b o bien ambos dispositivos de clasificación 110a, 110b también pueden estar diseñados en varias etapas y comprender así una secuencia de dispositivos de clasificación.

De la misma manera, en el caso de la instalación se puede tratar de una instalación para la fabricación de papel a partir de fibras frescas o de cualquier otra instalación en la que está prevista al menos una unidad de

tratamiento del agua de proceso, en donde al menos una de las unidades de tratamiento del agua de proceso presenta un reactor anaerobio cargado con microorganismos anaerobios así como una unidad de eliminación de cal. En el último caso mencionado, los dispositivos para disolver materiales representados en la Fig. 1, la deshilachadora 105, los dispositivos de clasificación 110a, 110b, las unidades de deshidratación 115a, 115b, la unidad de oxidación o bien unidad de reducción 112, el clasificador centrífugo 202, el dispositivo de clasificación fina 204, la parte de molde de la máquina papelera 206 y la parte de molde de la máquina papelera 208 se reemplazan por otros dispositivos o partes de dispositivos correspondientes.

En la Fig. 1, la instalación comprende un tratamiento de material en dos etapas. Naturalmente, también es posible prever en especial en la fabricación de papel de varias capas dos o más tratamientos de pulpa de madera paralelos.

En la Fig. 2, se representa una vista esquemática de una etapa 101a de un dispositivo de tratamiento de papel de desecho con una unidad de tratamiento del agua de proceso 116a de acuerdo con un segundo ejemplo de realización de la presente invención, que puede reemplazar la correspondiente unidad de tratamiento del agua de proceso 116a de la primera etapa 101a del dispositivo de tratamiento de papel de desecho 100 de la instalación representada en la Fig. 1. Alternativamente, también es posible reemplazar todas las unidades de tratamiento del agua de proceso 116a, 116b, 216 de la instalación representada en la Fig. 1 por una unidad de tratamiento del agua de proceso 116a mostrada en la Fig. 2.

La etapa 101a mostrada en la Fig. 2 presenta, a diferencia de la mostrada en la Fig. 1 en la unidad de tratamiento del agua de proceso 116a adicionalmente a la unidad de recuperación de material 120a una unidad de eliminación de material 122, que está dispuesta entre la unidad de recuperación de material 120a y el reactor anaerobio 125a. Desde la unidad de recuperación de material 120a, regresa una tubería de retorno 124 a la deshilachadora 105.

En una segunda diferencia con la forma de realización mostrada en la Fig. 1, la etapa 101a mostrada en la Fig. 2 no presenta una unidad de tratamiento de rechazos 118a. Alternativamente a ello, sin embargo, también se puede prever en la forma de realización mostrada en la Fig. 2 una unidad de tratamiento de rechazos (no representada) a la que se recicla a través de tuberías correspondientes el agua de proceso producida en el dispositivo para eliminar materiales 105 y una corriente parcial del agua de proceso producida en el dispositivo de clasificación 110a y del que se conduce el agua de proceso extraída de la unidad de tratamiento de rechazos en la unidad de recuperación de material 120a o se elimina de la instalación como agua residual.

Además, en la unidad de tratamiento del agua de proceso 116a corriente abajo del reactor anaerobio 125a está previsto un dispositivo de precipitación 135 que presenta dos tuberías de alimentación 136, 137, a través de las cuales se pueden alimentar en el dispositivo de precipitación 135 agentes de regulación del pH tales como lejía de sosa, agentes precipitantes tal como policloruro de aluminio y/o coadyuvantes de floculación tal como poliacrilamida. Del reactor anaerobio 125a pasa una tubería de derivación 139 por el dispositivo de precipitación 135 en la unidad de filtración 140a y conduce una tubería de corriente parcial 126 al dispositivo de precipitación 135. Del dispositivo de precipitación 135 se prevé una tubería de retorno de la corriente parcial 138 a la unidad de eliminación de material 122.

Al operar la etapa 101a mostrada en la Fig. 2, se conduce el agua de proceso que se produce en el dispositivo de eliminación de material 105, en el dispositivo de clasificación 110a y en la unidad de deshidratación 115a de forma continua a la unidad de recuperación de material 120a y desde allí a la unidad de eliminación de material 122. Mientras que en la unidad de recuperación de material 120a se pueden retener fibras gruesas y conducirlas a través de la tubería de retorno 124 al dispositivo para eliminar material 105, se conduce el agua de proceso que se produce en la unidad de recuperación de material 120a a la unidad de eliminación de materiales 122, en la que del agua de proceso se separa material particulado orgánico y/o inorgánico fino. De la unidad de eliminación de material 122 se conduce el agua de proceso de forma continua al reactor anaerobio 125a. Una corriente principal de al menos el 50% del agua de proceso proveniente del reactor anaerobio 125a se recicla a través de la tubería de derivación 139 en la unidad de filtración 140a y desde allí a través de la tubería de retorno 145a en el dispositivo para eliminar material 105. La otra corriente parcial inferior al 50% del agua de proceso proveniente del reactor anaerobio 125a se conduce a través de la tubería de corriente parcial 126 al dispositivo de precipitación de cal 135, al que además se llevan a través de las tuberías de alimentación 136, 137 agentes de regulación del pH, así como agentes de precipitación y/o coadyuvantes de floculación, a fin de precipitar cal en el agua de proceso. La corriente parcial del agua de proceso proveniente del dispositivo de precipitación de cal 135 se recicla a través de la tubería de retorno de la corriente parcial 138 en la unidad de eliminación de material 122 conformada como etapa de microflotación, en la que se separa la cal precipitada del agua de proceso.

Esta forma de realización es apropiada en especial para la fabricación de papel tisú a partir de papel de desecho.

- 5 Aunque la forma de realización representada en la Fig. 2 se haya descrito con referencia a la instalación de tratamiento de papel de desecho, obviamente también se puede prever la unidad de tratamiento del agua de proceso 116a representada en la Fig. 2 en una instalación para la fabricación de papel a partir de fibras frescas o cualquier otra instalación en la que al menos esté prevista una unidad de tratamiento del agua de proceso.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para el tratamiento de agua de proceso conducida en circuito en la fabricación de papel que comprende al menos una etapa de tratamiento de agua de proceso, en el que al menos una parte del agua de proceso alimentada de forma continua a la etapa de tratamiento del agua de proceso se somete a una etapa de depuración en un reactor anaerobio cargado con microorganismos anaerobios (125a, 125b, 225), así como una etapa de descalcificación, en la que el agua de proceso se somete a una etapa de flotación por reducción de presión, en donde el procedimiento se lleva a cabo en una instalación que comprende al menos una unidad de tratamiento del agua de proceso (116a, 116b, 216), en donde al menos una de las unidades de tratamiento del agua de proceso (116a, 116b, 216) presenta una unidad de filtración (140a, 140b, 240), un reactor anaerobio cargado con microorganismos anaerobios (125a, 125b, 225) así como una unidad de eliminación de cal (130a, 130b, 230), en donde la unidad de eliminación de cal (130a, 130b, 230) está dispuesta corriente abajo del reactor anaerobio (125a, 125b, 225) y la unidad de filtración (140a, 140b, 240) está dispuesta corriente abajo de la unidad de eliminación de cal (130a, 130b, 230), así como corriente abajo del reactor anaerobio (125a, 125b, 225).
- 15 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el agua de proceso suministrada de forma continua a la etapa de tratamiento del agua de proceso proviene de un dispositivo de tratamiento de pulpa de madera (100) y/o una máquina papelera (200).
- 20 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la diferencia de presión entre la alimentación de presión y la reducción en la etapa de flotación por reducción de presión es de al menos 200 KPa, con preferencia de al menos 300 KPa, con preferencia especial, de al menos 400 KPa, y con preferencia muy especial, de al menos 500 KPa..
- 25 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la instalación comprende al menos un dispositivo de tratamiento de pulpa de madera (100) y/o al menos una máquina papelera (200), en donde al menos un dispositivo de tratamiento de pulpa de madera (100) y/o la al menos una máquina papelera (200) está asignada al menos una de las unidades de tratamiento del agua de proceso (116a, 116b, 216) que comprende un reactor anaerobio cargado con microorganismos anaerobios (125a, 125b, 225), así como una unidad de eliminación de cal (130a, 130b, 230).
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque la al menos una unidad de tratamiento del agua de proceso (116a, 116b, 216) de la instalación también comprende una unidad de recuperación de material (120a, 120b, 220) y/o una unidad de eliminación de material (122).
- 30 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el dispositivo de flotación por reducción de presión comprende un dispositivo de precipitación (135), en el que por adición de una sustancia seleccionada del grupo compuesto por agentes de regulación del pH, agentes precipitantes, coadyuvantes de floculación y cualquier combinación de ellos se precipita cal del agua de proceso, y un dispositivo de separación de cal, en el que se separa la cal precipitada del agua de proceso, en donde el dispositivo de precipitación (135) y el dispositivo de separación de cal están dispuestos cada uno corriente abajo del reactor anaerobio (125a, 125b, 225).
- 35 7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 6, caracterizado porque la unidad de tratamiento de pulpa de madera (100) comprende 1 a 3 etapas (101a, 101b) y con preferencia especial, dos etapas (101a, 101b), que están desacopladas entre sí por medio de una etapa de deshidratación (115a).
- 40 8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 7, caracterizado porque al menos una de las etapas (101a, 101b) del dispositivo de tratamiento de pulpa de madera (100) y la máquina papelera (200) comprende una unidad de tratamiento del agua de proceso propia (116a, 116b, 216), en donde las unidades de tratamiento del agua de proceso (116a, 116b, 216) presentan cada una un reactor anaerobio (125a, 125b, 225), así como una unidad de eliminación de cal (130a, 130b, 230).
- 45 9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 8, caracterizado porque la instalación comprende un dispositivo de depuración de aguas residuales, a través del cual se depura una parte del agua de proceso y se drena de la instalación, en donde del dispositivo de depuración de aguas residuales se recicla un conducto de flujo parcial en el dispositivo de tratamiento de pulpa de madera (100) y/o en la máquina papelera (200).

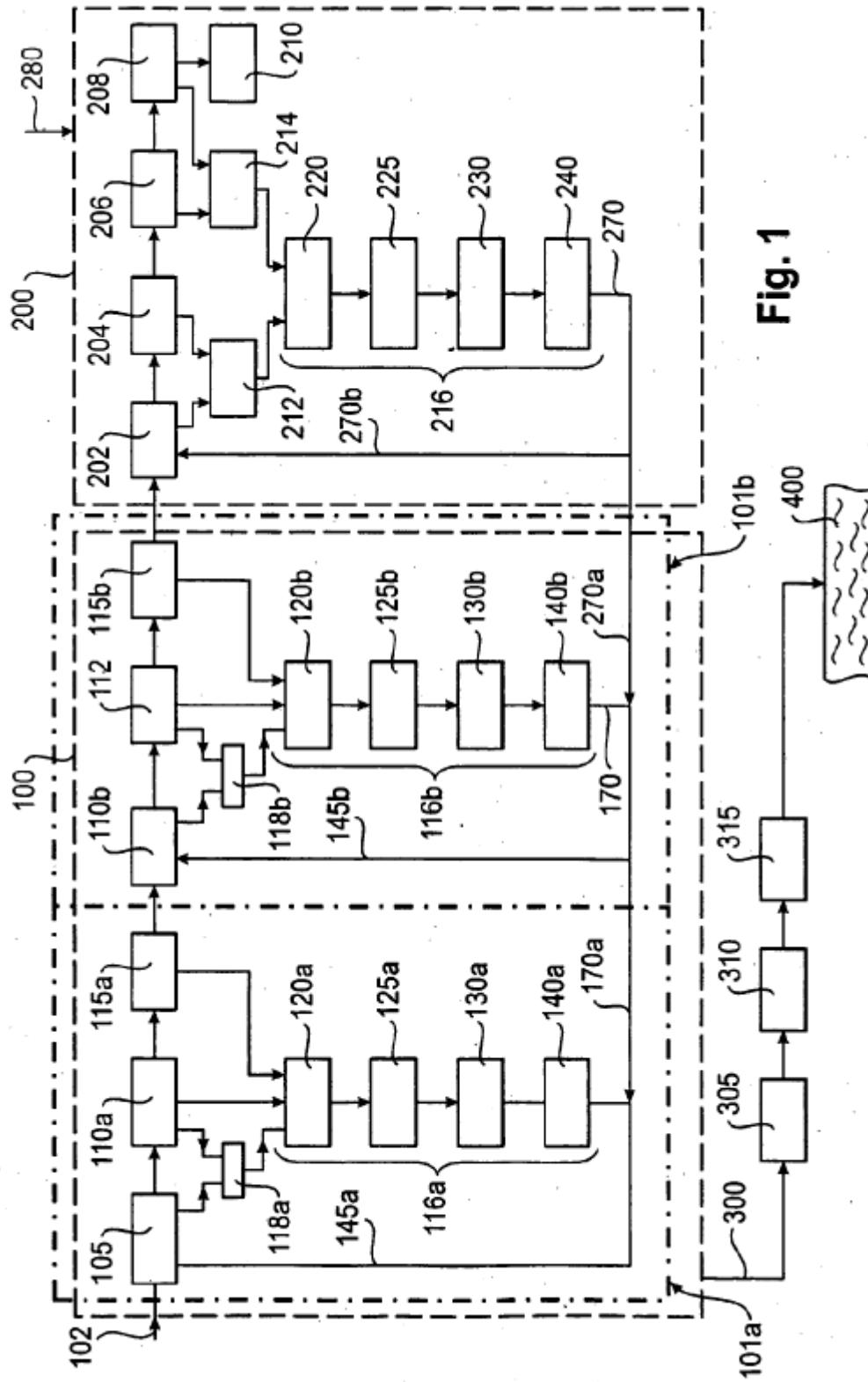


Fig. 1

Fig. 2

