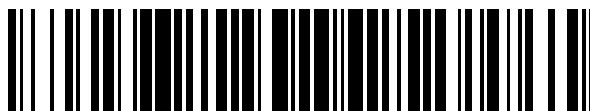


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 604**

51 Int. Cl.:

C02F 1/24 (2006.01)

C02F 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07726058 .6**

96 Fecha de presentación: **18.06.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2106386**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.10.2009**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el tratamiento aeróbico de un agua residual**

30 Prioridad:
20.12.2006 DE 102006060426

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.04.2012

73 Titular/es:
**MERI Environmental Solutions GmbH
Levelingstrasse 18
81673 München, DE**

72 Inventor/es:
**TROUBOUNIS, George;
EFINGER, Dieter;
GESSLER, Werner y
MENKE, Lucas**

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 379 604 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para el tratamiento aeróbico de un agua residual

5 El presente invento se refiere a un procedimiento para la purificación continua de un agua residual, en particular para la purificación continua de un agua residual en la industria papelera, en el que a un reactor aerobio se le alimenta oxígeno o un gas que contiene oxígeno y el agua residual que se ha de purificar, el agua residual se pone en contacto dentro del reactor aerobio con unos microorganismos aerobios, con el fin de descomponer las impurezas contenidas en el agua residual, y el agua residual purificada se retira a partir del reactor aerobio. Además, el presente invento se refiere a un dispositivo apropiado para la realización del procedimiento conforme al invento.

10 Para la purificación de aguas residuales se conocen un gran número de procedimientos mecánicos, químicos así como biológicos y de correspondientes reactores. En el caso de la purificación biológica de aguas residuales, el agua residual que se ha de purificar se pone en contacto con unos microorganismos aerobios o anaerobios, que descomponen a las impurezas orgánicas, que están contenidas en el agua residual, en el caso de microorganismos aerobios, predominantemente para formar dióxido de carbono y agua, y en el caso de microorganismos anaerobios, predominantemente para formar dióxido de carbono y metano.

15 Para la purificación aerobia de aguas residuales se emplea como reactor desde hace algún tiempo un denominado reactor MBBR (acrónimo del inglés moving bed biofilm reactor" o respectivamente "reactor de biopelícula de lecho móvil). En el caso de este reactor, los microorganismos aerobios son aplicados sobre un material de soporte, que tiene por ejemplo la forma de un armazón, el cual durante la realización del procedimiento es mantenido en estado suspendido por medio del agua residual conducida a través del reactor y por medio de la aireación que se efectúa con el fin de realizar alimentación de aire. Con el fin de mantener al material de soporte, con los microorganismos que crecen sobre él dentro del reactor, el agua que se ha de retirar a partir del reactor es conducida a través de un filtro, que tiene un diámetro suficientemente pequeño de las aberturas, de manera tal que el material de soporte reunido con los microorganismos no pasa por el filtro.

25 Un problema esencial en el caso de la purificación de un agua residual en un reactor aerobio lo constituye(n) la dureza del agua contenida en el agua residual, o respectivamente los carbonatos e hidrógenocarbonatos contenidos en el agua residual, puesto que los soportes reunidos con microorganismos, empleados en reactores aerobios, durante el funcionamiento del reactor, a causa de su estructura y de su tamaño, constituyen unos núcleos de cristalización para depósitos de cal. Tales depósitos de cal sobre los soportes perjudican sin embargo la función de éstos. En efecto, cuando se deposita cal sobre los soportes reunidos con los microorganismos, se aumenta su peso específico, por lo cual éstos, durante el funcionamiento del reactor aerobio, ya no pueden ser mantenidos en estado de suspensión, así como se hunden sobre el fondo del reactor y allí ya no pueden participar en el proceso de purificación. También la actividad metabólica de los microorganismos aerobios da lugar a un desplazamiento del equilibrio entre la cal y el ácido carbónico mediante la producción, entre otros, de iones de hidrógenocarbonato (HCO_3^-), lo cual favorece aun más una precipitación de cal sobre los sedimentos de microorganismos. Con el fin de evitar esto, se debe de disminuir la dureza del agua contenida en el agua residual.

35 A partir del documento de solicitud de patente alemana DE 119 18 695 A1 se conoce un dispositivo para el tratamiento aerobio de un agua residual procedente de la producción de papel, que tiene una zona de arremolinamiento con una conducción para la alimentación de un agua residual que desemboca en esta zona y una conducción de alimentación de oxígeno para el arremolinamiento del agua residual y una zona de clarificación, estando las zonas comunicadas entre sí a través de un conducto de paso para el agua tratada en la zona de arremolinamiento y separándose entre sí en la zona de clarificación el agua clarificada y los materiales sólidos y siendo retirados por separado. Durante el funcionamiento de este dispositivo, los microorganismos aerobios presentes en el agua residual se convierten químicamente, mediando consumo de oxígeno, en una biomasa y en dióxido de carbono, de manera tal que durante el arremolinamiento se forma cal, que se separa como un material precipitado. Al mismo tiempo precipitan también unos componentes orgánicos disueltos o suspendidos coloidalmente. Con el fin de conseguir una suficiente precipitación de las cargas orgánicas e inorgánicas, el período de tiempo de permanencia del agua residual que se ha de purificar en el dispositivo debe de durar entre 3 y 10 horas. Unos períodos de tiempo de permanencia tan largos dan lugar sin embargo a un pequeño caudal de paso por el dispositivo por unidad de tiempo, de manera tal que el procedimiento realizado de este modo es muy costoso.

50 A partir del documento de solicitud de patente europea EP 1 097 908 A1 se conoce un procedimiento para el tratamiento de un agua de proceso o respectivamente de un agua residual procedente de la industria papelera, en el que el agua se alimenta primeramente a una etapa de purificación anaerobia, para ser sometida después de esto a una etapa de purificación aerobia y seguidamente a un paso de separación, pudiendo tratarse en el caso del paso de separación de un paso de flotación por descompresión de un gas a presión.

55 En el documento DE 10 2004 047 010 A1 se describe un procedimiento para la purificación de un agua, en el que por lo menos una corriente parcial del agua afluente es sometida a un procedimiento de flotación por descompresión de un gas a presión, en el cual la corriente parcial del agua afluente es comprimida, en el agua se disuelve una cantidad previamente establecida de un gas, la corriente de agua es descomprimada y las diferentes fases de la corriente de agua son separadas, añadiéndose dosificadamente por lo menos un primer aditivo a la

corriente de agua después de la compresión en dependencia de unos parámetros de funcionamiento previamente establecidos. El procedimiento de flotación por descompresión de un gas a presión se puede llevar a cabo, después de que el agua hubiese sido tratada previamente en una etapa de purificación, pudiendo la etapa de purificación ser una etapa de purificación mecánica, una etapa de purificación física, una etapa de purificación anaerobia o una etapa de purificación aerobia.

Por lo tanto, una misión del presente invento es la puesta a disposición de un procedimiento sencillo y barato así como de un correspondiente dispositivo para la purificación de un agua residual, en particular para la purificación de un agua residual en la industria papelera, en los que las impurezas contenidas en el agua residual pueden ser descompuestas eficientemente mediante evitación de los problemas antes mencionados.

De acuerdo con el invento, el problema planteado por esta misión es resuelto por medio de un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 de esta patente y en particular por medio de un procedimiento para la purificación continua de un agua residual, en particular para la purificación continua de un agua residual en la industria papelera, en la cual a un reactor aerobio se le alimentan oxígeno o un gas que contiene oxígeno y el agua residual que se ha de purificar, el agua residual se pone en contacto dentro del reactor aerobio con microorganismos aerobios, con el fin de descomponer las impurezas contenidas en el agua residual, y el agua residual purificada se retira a partir del reactor aerobio, siendo sometida por lo menos una parte del agua residual, con el fin de efectuar un ablandamiento (o sea una eliminación de la dureza) por lo menos parcial antes de la alimentación al reactor aerobio, a un paso de flotación por descompresión de un gas a presión, realizándose que el agua residual que se ha de purificar, antes de la alimentación al reactor aerobio es alimentada de una manera continua a una disposición de flotación por descompresión de un gas a presión, en la que se lleva a cabo el paso de flotación por descompresión de un gas a presión, y allí es mezclada con por lo menos una parte del agua residual que se ha retirado a partir del reactor aerobio, y el agua residual, ablandada por lo menos parcialmente, es retirada de una manera continua desde la disposición de flotación por descompresión de un gas a presión y es alimentada directamente al reactor aerobio, siendo disminuida la dureza del agua por lo menos en un 40 % en el paso de flotación por descompresión de un gas a presión, y comprendiendo el dispositivo, en el que se lleva a cabo el procedimiento, una disposición de separación de lodos, que está conectada detrás del reactor aerobio, y desde la cual una conducción para la alimentación de retorno de lodos conduce al reactor aerobio.

Por ser sometida el agua residual que se ha de purificar, antes de la alimentación al reactor aerobio, a un paso de flotación por descompresión de un gas a presión, la dureza del agua contenida en el agua residual se puede disminuir mediante precipitación de cal, con lo cual se impide de una manera confiable una precipitación de cal perturbadora en el reactor aerobio. Otra ventaja especial del procedimiento conforme al invento consiste en que el paso de flotación por descompresión de un gas a presión se puede llevar a cabo por lo menos parcialmente en una disposición de microflotación, que está prevista en el caso de los dispositivos para la purificación de aguas residuales que comprenden un reactor aerobio, que son conocidos en el estado de la técnica, frecuentemente para la separación de un material en partículas, de manera tal que para la realización del procedimiento conforme al invento se necesitan solamente pequeñas modificaciones en instalaciones ya existentes. Además, con el paso de flotación por descompresión de un gas a presión se puede conseguir rápida y eficientemente un ablandamiento del agua residual, de manera tal que el correspondiente dispositivo se puede hacer funcionar con un alto caudal de paso del agua residual por unidad de tiempo.

Por el concepto de un "ablandamiento por lo menos parcial" se entiende en el sentido del presente invento la disminución de la dureza del agua.

Por el concepto de "flotación por descompresión de un gas a presión" se entiende en el sentido del presente invento un procedimiento de separación, en el cual un gas disuelto bajo presión en el agua es desgasificado durante una disminución subsiguiente de la presión (descompresión) y el gas desgasificado al ascender se adiciona a partículas de materiales sólidos en estado de suspensión, de manera tal que se hace posible la flotación de éstas.

En el caso del paso de flotación por descompresión de un gas a presión llevado a cabo conforme al invento, el agua residual es ajustada de manera preferida a un valor neutro o alcalino del pH, es reunida con un gas y cargada con presión, antes de que el agua residual tratada de esta manera sea sometida a una presión disminuida. Mientras que mediante el ajuste de un valor neutro o alcalino del pH se favorece una precipitación de cal, la subsiguiente adición de un gas a presión, la carga con presión y el posterior sometimiento a una presión disminuida en comparación con la presión cargada, o respectivamente a una descompresión, dan lugar a la salida por burbujeo de pequeñas burbujas de gas en la mezcla con el agua residual, realizándose que las burbujas de gas individuales circulan hacia arriba a través de la mezcla y arrastran consigo en tal caso a los flocúlos de cal precipitados, que de esta manera pueden ser separados con facilidad desde el agua residual.

Con el fin de conseguir una eficiente precipitación de la cal en el caso del paso de flotación por descompresión de un gas a presión, en un perfeccionamiento de la idea del invento se propone ajustar el agua residual a un valor del pH situado entre 7 y 10, de manera preferida entre 7 y 9, y de manera especialmente preferida entre 7,5 y 8,5. Unos apropiados agentes de ajuste del pH para ajustar el valor del pH en los intervalos antes mencionados incluyen por ejemplo una lejía de sosa (NaOH), una lejía de potasa (KOH) e hidróxido de calcio (Ca(OH)₂). Evidentemente, el ajuste del valor del pH puede efectuarse también de todos los otros modos conocidos para un experto en la

especialidad, por ejemplo mediante el recurso de que un compuesto químico, tal como urea, se convierte catalíticamente, p.ej. por vía enzimática, en un compuesto de carácter básico, tal como amoníaco.

5 Con el fin de apoyar a la precipitación de cal y poder separar a partir del agua residual de una manera especialmente fácil los flóculos de cal formados en el paso de flotación por descompresión de un gas a presión, se ha manifestado como ventajoso añadir al agua residual, antes de o durante el paso de flotación por descompresión de un gas a presión, por lo menos un agente de precipitación y/o por lo menos un agente auxiliar de floculación. Mientras que el agente de precipitación facilita la precipitación de la cal, el agente auxiliar de floculación da lugar a la formación de flóculos de cal con una estructura y un tamaño que se desean para una fácil separación de los mismos.

10 Mientras que como agente de precipitación se ha acreditado un poli(cloruro de aluminio), un ejemplo preferido de un agente auxiliar de floculación apropiado es una poli(acrilamida).

15 Conforme al invento, el agua residual antes de la alimentación al reactor aerobio, es alimentada a una disposición de flotación por descompresión de un gas a presión, puesto que la disposición de flotación por descompresión de un gas a presión puede ser combinada entonces con una disposición de microflotación presente en las instalaciones existentes para la separación de un material en partículas.

De manera preferida, en el caso del procedimiento conforme al invento, la temperatura del agua residual, en particular la del agua residual alimentada al reactor aerobio, es regulada y/o vigilada, con el fin de ajustar la temperatura óptima para los microorganismos contenidos dentro del reactor aerobio.

20 Conforme al invento, está previsto alimentar el agua residual que se ha de purificar de una manera continua a la disposición de flotación por descompresión de un gas a presión, en la que tiene lugar el paso de flotación por descompresión de un gas a presión, y allí mezclarla con por lo menos una parte del agua residual retirada de una manera continua a partir del reactor aerobio, y retirar desde la disposición de flotación por descompresión de un gas a presión, de una manera continua, un agua residual por lo menos parcialmente ablandada, que es conducida total o parcialmente al reactor aerobio.

25 Es posible alimentar el agua residual que se ha de purificar, de una manera continua, a una disposición de flotación por descompresión de un gas a presión, en la que tiene lugar el paso de flotación por descompresión de un gas a presión, y mezclarla allí con por lo menos una parte del agua residual retirada de una manera continua a partir del reactor aerobio, y retirar desde la disposición de flotación por descompresión de un gas a presión de una manera continua un agua residual por lo menos parcialmente ablandada, realizándose que el agua residual por lo menos
30 parcialmente ablandada es separada en dos corrientes parciales y una corriente parcial es conducida al reactor aerobio, al contrario de lo cual la otra corriente parcial es retirada desde el dispositivo y empleada de nuevo en un proceso de producción.

De manera preferida, la realización del procedimiento se efectúa de una manera tal que la dureza del agua se disminuye por lo menos en un 40 % en el paso de flotación por descompresión de un gas a presión.

35 En el caso del procedimiento conforme al invento se pueden emplear todos los tipos de reactores aerobios que son conocidos para un experto en la especialidad, mencionándose solamente a modo de ejemplo un reactor MBBR o una cuba de lodo activado. En particular el reactor aerobio que se ha de emplear puede contener todos los sistemas de aireación conocidos para la alimentación del oxígeno o respectivamente del gas que contiene oxígeno, que se necesita para los microorganismos aerobios, tales como por ejemplo aireadores por chorros, aireadores de volúmenes, aireadores de superficies y similares. De manera especialmente preferida, el reactor aerobio está
40 estructurado como un reactor MBBR. Los microorganismos o bien pueden ser retenidos dentro del reactor aerobio mediante unos filtros apropiados, que están colocados delante de la conducción de retirada para el agua purificada, o pueden ser separados detrás del reactor con respecto del agua en una disposición de separación y conducidos de nuevo de retorno al reactor.

45 Junto al tratamiento conforme al invento del agua residual en el reactor aerobio y en paso de flotación por descompresión de un gas a presión, el procedimiento conforme al invento puede comprender el empleo de otras etapas de tratamientos biológicos, tales como por ejemplo el/los uno o varios otros reactores aerobios y/o el/los uno o varios reactores anaerobios. De manera preferida, el número total de los reactores aerobios y eventualmente anaerobios es de 2 hasta 6.

50 Otro objeto del presente invento es un dispositivo para la purificación continua de un agua residual, que es apropiado en particular para la realización del procedimiento conforme al invento, que se ha descrito con anterioridad.

Conforme al invento, el dispositivo comprende por lo menos un reactor para la purificación aerobia de un agua residual, que tiene por lo menos una conducción de afluencia para la alimentación al reactor de un agua residual que
55 se ha de purificar, por lo menos una conducción de afluencia de gases para la alimentación de oxígeno o para la alimentación de un gas que contiene oxígeno al reactor, así como por lo menos una conducción de retirada para retirar un agua residual purificada fuera del reactor, comprendiendo el dispositivo además una disposición de

flotación por descompresión de un gas a presión, que tiene un reactor para la flotación por descompresión de un gas a presión, la cual está comunicada con la por lo menos una conducción de retirada del reactor aerobio a través de una conducción de alimentación a la flotación por descompresión de un gas a presión, de tal manera que por lo menos una corriente parcial del agua residual purificada, que se ha retirado a través de la conducción de retirada desde el reactor aerobio, puede ser conducida al reactor de flotación por descompresión de un gas a presión, estando la disposición de flotación por descompresión de un gas a presión colocada corriente arriba del reactor aerobio, y teniendo la disposición de flotación por descompresión de un gas a presión por lo menos una conducción para la alimentación de un agente de ajuste del pH, y comprendiendo la disposición de flotación por descompresión de un gas a presión, además, una conducción que conduce desde el reactor de flotación por descompresión de un gas a presión directamente al reactor aerobio, y comprendiendo el dispositivo una disposición para la separación de lodos, que está conectado detrás del reactor aerobio y que conduce desde una conducción para la alimentación de retorno de lodos al reactor aerobio.

Además, se prefiere que la disposición de flotación por descompresión de un gas a presión tenga por lo menos una conducción para la alimentación de un agente de precipitación y/o un agente auxiliar de floculación.

En un perfeccionamiento de la idea del invento, se propone prever en la disposición de flotación por descompresión de un gas a presión por lo menos una conducción de afluencia para un gas a presión.

De acuerdo con otra forma preferida de realización del presente invento, la disposición de flotación por descompresión de un gas a presión tiene una disposición para la disolución de gases, que está comunicada a través de una conducción con el reactor para la flotación por descompresión de un gas a presión y en la cual desemboca la conducción para la alimentación de un gas a presión.

Además se ha manifestado como conveniente que la conducción para la alimentación de un agua residual desemboque en una unidad mezcladora y desde allí, a través de una conducción de alimentación, desemboque en el reactor para la flotación por descompresión de un gas a presión, teniendo la unidad mezcladora de manera preferida una conducción para la alimentación de un agente de ajuste del pH y/o una conducción para la alimentación de agentes de precipitación y/o auxiliares de floculación.

De manera preferida, la conducción de alimentación de retorno de la disposición de flotación por descompresión de un gas a presión desemboca directamente en la zona de afluencia del reactor aerobio.

De acuerdo con otra forma preferida de realización del presente invento, está previsto que el dispositivo tenga una conducción para la alimentación de un agua residual, que esté dispuesta corriente arriba del reactor aerobio y esté comunicada conduciendo líquido con la conducción de alimentación del reactor aerobio.

Con el fin de ajustar una temperatura óptima en particular para los microorganismos contenidos dentro del reactor aerobio, el dispositivo tiene de manera preferida una disposición para el ajuste de la temperatura, que está dispuesta de manera preferida dentro de la conducción de alimentación de retorno. De manera preferida, en el caso de la disposición para el ajuste de la temperatura se trata de un intercambiador de calor o de una disposición de refrigeración, por ejemplo de una torre de refrigeración.

De manera preferida, el reactor aerobio tiene un recipiente reactor, en cuya zona inferior está prevista la conducción de alimentación al reactor aerobio, por lo menos una disposición de aireación para la incorporación de oxígeno o de un gas que contiene oxígeno, por lo menos un distribuidor de afluencia para la mezcla del agua residual alimentada al reactor con el medio que se encuentra dentro del reactor, y con por lo menos un rebosadero dispuesto junto al recipiente reactor superior para la retirada de agua purificada a la conducción de retirada del reactor.

De acuerdo con otra forma preferida de realización del presente invento, la conducción para la alimentación de gases del reactor aerobio desemboca en una disposición de aireación, que está estructurada de manera preferida como una aireación por chorros, como una aireación de volúmenes o como una aireación de superficies.

En un perfeccionamiento de la idea del invento, se propone que el dispositivo, junto al reactor aerobio, comprenda uno o varios otro(s) reactor(es) aerobio(s) y/o uno o varios reactor(es) anaerobio(s).

Conforme al invento, el dispositivo comprende una disposición para la separación de lodos, que está conectada detrás del reactor aerobio, y desde la cual de manera preferida una conducción para la alimentación de retorno de lodos conduce al reactor aerobio.

Seguidamente, el presente invento es descrito puramente a modo de ejemplo con ayuda de unas ventajosas formas de realización y mediando referencia a los dibujos adjuntos.

En tal caso:

La Fig. 1 muestra una vista en alzado esquemática de un dispositivo para la purificación de un agua residual en la industria papelera de acuerdo con el estado de la técnica,

- la Fig. 2 muestra una vista en alzado esquemática de un dispositivo para la purificación de un agua residual en la industria papelera de acuerdo con un primer ejemplo de realización del presente invento,
- la Fig. 3 muestra una vista en alzado esquemática de un dispositivo para la purificación de un agua residual en la industria papelera de acuerdo con un segundo ejemplo de realización del presente invento,
- 5 la Fig. 4 muestra una vista en alzado esquemática de un dispositivo para la purificación de un agua residual en la industria papelera,
- la Fig. 5 muestra una vista en alzado esquemática de un dispositivo para la purificación de un agua residual en la industria papelera,
- 10 la Fig. 6 muestra una vista en alzado esquemática de una instalación para la purificación de un agua residual en la industria papelera de acuerdo con un quinto ejemplo de realización del presente invento,
- la Fig. 7 muestra una vista en alzado esquemática de una instalación para la purificación de un agua residual en la industria papelera de acuerdo con un sexto ejemplo de realización del presente invento, y
- 15 la Fig. 8 muestra una vista en alzado esquemática de una instalación para la purificación de un agua residual en la industria papelera de acuerdo con un séptimo ejemplo de realización del presente invento.

El dispositivo 10 mostrado en la Fig. 1 para la purificación de un agua residual de acuerdo con el estado de la técnica comprende un reactor aerobio 12, que tiene una conducción 14 para la alimentación de un agua residual, una conducción 16 de alimentación de gases para la alimentación de oxígeno o de un gas que contiene oxígeno, tal como por ejemplo aire, que desemboca en una disposición de aireación 18, así como una conducción 20 para la retirada del agua residual. Además, el reactor aerobio 12 tiene una conducción de recirculación 22, a través de la cual el medio contenido dentro del reactor aerobio 12 es recirculado por medio de un efecto de bomba mamut. La conducción de recirculación 22, tal como se representa en la Fig. 1, puede estar dispuesta discurriendo externamente, es decir fuera del reactor 12, o internamente, es decir dentro del reactor aerobio 12 (como no se representa). Finalmente, el reactor aerobio 12, antes de la desembocadura de la conducción 20 para la retirada de un agua residual, tiene un filtro de malla gruesa 24, a través del cual son separados por filtración los materiales sólidos a partir del agua residual que se ha de retirar.

Durante el funcionamiento del dispositivo 10, el agua residual que se ha de purificar, que procede por ejemplo de una fabrica de papel, es introducida de una manera continua a través de la conducción 14 para la alimentación de un agua residual al reactor aerobio 12. Al mismo tiempo, al reactor aerobio 12 se le alimenta, a través de la conducción 16 para la alimentación de gases, de una manera continua aire, que es introducido y distribuido dentro del reactor 12 a través de la disposición de aireación 18 dispuesta junto a la desembocadura de la conducción 16 para la alimentación de gases, y mezclado con el agua residual que se ha de purificar. El agua residual aireada, que se ha de purificar, es luego conducida hacia arriba a través del reactor, donde ésta entra en contacto con unos microorganismos aerobios previstos sobre unos soportes, mantenidos en suspensión dentro del reactor 12, realizándose que los microorganismos aerobios descomponen por lo menos parcialmente a las impurezas orgánicas contenidas en el agua residual. El medio contenido dentro del reactor 12 es recirculado de una manera continua a través de la conducción de recirculación 22. El agua residual purificada mediante los microorganismos aerobios sube adicionalmente hacia arriba dentro del reactor 12 y pasa por el filtro de malla gruesa 24, en el que son retenidos los soportes reunidos con microorganismos, que han sido conjuntamente arrastrados. Detrás del filtro de malla gruesa 24, el agua es retirada a partir del reactor 12 a través de la conducción 20 para la retirada de un agua residual. El agua retirada puede ser alimentada a una etapa adicional de tratamiento biológico (que no se representa) o a una clarificación posterior (que no se representa).

Puesto que los soportes reunidos con los microorganismos actúan como núcleos de cristalización, durante el funcionamiento del reactor 12 a partir de los iones de hidrógenocarbonato o respectivamente de carbonato contenidos en el agua residual se forma cal, que se deposita junto a los soportes. Además, mediante la alimentación de aire se efectúa una separación por arrastre de dióxido de carbono, que contribuye a la precipitación de cal. Además, a causa de la actividad metabólica de los microorganismos aerobios, dentro del reactor aerobio 12 se efectúa un desplazamiento del equilibrio entre la cal y el ácido carbónico, a partir de lo cual resulta asimismo una precipitación de cal sobre los soportes que actúan como núcleos de cristalización, lo cual aumenta la densidad específica de éstos. A causa de la precipitación de cal sobre los soportes, una parte de los soportes se sedimenta sobre el fondo del reactor, de manera tal que esta parte ya no participa en la purificación, lo cual perjudica negativamente a la eficiencia del reactor aerobio 12.

A diferencia del dispositivo 10 de acuerdo con el estado de la técnica mostrado en la Fig. 1, el dispositivo 10 representado en la Fig. 2, para la purificación de un agua residual de acuerdo con el presente invento, tiene junto al reactor aerobio 12 una disposición 26 de flotación por descompresión de un gas a presión, que se representa en la Fig. 2 enmarcada por líneas de trazos. Además, el agua residual que se ha de purificar no es alimentada al

dispositivo 10 a través de una conducción 14 para la alimentación de un agua residual, que conduce de una manera directa al reactor aerobio 12, sino que lo es de una manera indirecta a través de una tal conducción que conduce a la disposición 26 de flotación por descompresión de un gas a presión.

5 La disposición 26 de flotación por descompresión de un gas a presión comprende una disposición 28 para el ajuste del valor del pH, a la que a través de una conducción de afluencia 30 se puede alimentar una sustancia, por ejemplo una lejía de sosa, que es apropiada para el ajuste a un valor deseado del valor del pH del agua residual alimentada a la disposición 26 de flotación por descompresión de un gas a presión a partir del reactor aerobio 12 a través de una conducción 32 para una corriente parcial. Además, la disposición 26 de flotación por descompresión de un gas a presión comprende un reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión, en el cual mediante una
10 flotación por descompresión de un gas a presión se separa cal desde el agua residual. Con esta finalidad, el reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión tiene una conducción 36 de circulación en circuito, que está comunicada con una unidad 38 para adiciones a la mezcla y con un reactor 40 para la disolución de gases. A través de las conducciones de afluencia 30', 30'', a la unidad 38 para adiciones a la mezcla se le pueden añadir agentes de precipitación y/o agentes auxiliares de floculación, mientras que el reactor 40 para la disolución de gases está provisto de una conducción 42 para la alimentación del gas a presión.
15

La conducción 14 para la alimentación de un agua residual conduce a una unidad mezcladora 43, en la que desembocan asimismo unas conducciones de afluencia 31, 31', a través de las cuales al agua residual que se ha de purificar se le pueden añadir en la unidad mezcladora 43 agentes de ajuste del pH, agentes de precipitación y/o agentes auxiliares de floculación. Desde la unidad mezcladora 43 el agua residual que se ha de purificar, alimentada
20 al dispositivo 10, llega a través de la conducción de afluencia 46 al reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión.

En la zona de salida del reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión está prevista una conducción de alimentación de retorno 44, en la que puede estar prevista opcionalmente una disposición de refrigeración (no representada) que conduce a la zona de afluencia del reactor aerobio 12.

25 Durante el funcionamiento del dispositivo 10 mostrado en la Fig. 2, el agua residual que se ha de purificar es conducida de una manera continua a través de la conducción 14 para la alimentación de un agua residual a la unidad mezcladora 43, en la que ésta es reunida con agentes de ajuste del pH, agentes de precipitación y agentes auxiliares de floculación alimentados a la unidad mezcladora 43 a través de las conducciones de afluencia 31, 31', de manera tal que se pueden ajustar unas condiciones apropiadas para una precipitación de cal desde el agua residual, realizándose que el valor del pH ajustado está situado preferiblemente entre 7,5 y 8,5. Desde la unidad
30 mezcladora 43 el agua residual, tratada previamente de este modo, es conducida de una manera continua a través de la conducción de afluencia 46 al reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión. Además, una corriente parcial del agua residual purificada, que se retira de una manera continua desde el reactor aerobio 12 a través de la conducción 20, es conducida a través de la conducción 32 para una corriente parcial por medio de una bomba 47 a la disposición 28 para el ajuste del valor del pH, en la que el agua residual que se ha de purificar es mezclada con el agente para el ajuste del valor del pH alimentado a través de la conducción de afluencia 30 a la disposición 28 para el ajuste del valor del pH, y es ajustada a unas condiciones apropiadas para una precipitación de cal. De manera preferida, la proporción de la corriente parcial alimentada a través de la conducción 32 para una corriente parcial a la disposición 28 para el ajuste del valor del pH, referida a la corriente total sacada del reactor
40 aerobio 12 a través de la conducción de retirada 20, es de 5 a 80 % y de manera especialmente preferida es de 30 a 50 %. Además, se prefiere que el valor del pH de esta corriente parcial sea ajustado a 7,5 hasta 8,5 por medio de la adición del agente para el ajuste del valor del pH, de manera preferida una lejía de sosa. Por ejemplo, la concentración de la lejía de sosa, después de la adición del agente para el ajuste del valor del pH, puede ser de 0,2 a 0,6 l/m³, referida a una solución al 50 % en peso. A continuación, la mezcla así producida es conducida, a través de una conducción 46' para la alimentación a la flotación por descompresión de un gas a presión, al reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión.
45

A partir del reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión se retira, a través de la conducción 36 de circulación en circuito, de una manera continua, una parte del líquido que se encuentra dentro del reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión, y esta corriente parcial se conduce a través de la unidad 38
50 para adiciones a la mezcla y del reactor 40 para la disolución de gases, antes de que la corriente parcial sea alimentada de retorno nuevamente al reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión. En la unidad 38 para adiciones a la mezcla se le añaden a la corriente parcial, a través de las conducciones de afluencia 30', 30'' unos agentes de precipitación y agentes auxiliares de floculación, que apoyan a la precipitación de la cal y a la formación de unos flóculos de cal dimensionados apropiadamente para una separación a partir del agua residual.
55 Como agente de precipitación se puede emplear por ejemplo un poli(cloruro de aluminio), frente a lo cual una poli(acrilamida) es un ejemplo de un apropiado agente auxiliar de floculación. Dentro del reactor 40 para la disolución de gases, previsto corriente abajo de la unidad 38 para adiciones a la mezcla, a la corriente parcial, con el fin de efectuar una preparación previa para la subsiguiente flotación por descompresión de un gas a presión, a través de una conducción 42 para la alimentación del gas a presión, se le añade un gas a presión, por ejemplo aire u otro gas que contiene oxígeno o también un gas exento de oxígeno, y la corriente parcial mezclada con el gas a presión se carga con presión, antes de que la corriente parcial tratada de este modo sea alimentada de retorno al reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión. Dentro del reactor 34 para la flotación por
60

descompresión de un gas a presión, la mezcla cargada con presión y reunida con un gas se expande bruscamente, de manera tal que el gas presente en estado disuelto en el agua se separa por burbujeo y sube hacia arriba en forma de burbujas de gas en el reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión. Al mismo tiempo, la cal que se encuentra en el agua, a causa de los agentes de precipitación y auxiliares de floculación presentes, forma unos flóculos con un tamaño y una estructura apropiado/a, de manera tal que estas burbujas de gas que suben hacia arriba son impulsadas a la superficie del agua dentro del reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión. Mientras que el lodo de cal que se forma de esta manera, es retirado a través de la conducción 48 para la retirada de lodos a partir del reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión, el agua purificada y liberada de cal, es decir ablandada, es conducida a través de la conducción de alimentación de retorno 44 a la zona de afluencia del reactor aerobio 12. A través de la conducción 20' para la retirada de un agua residual se retira desde el dispositivo 10 la parte de la corriente de agua residual 20, que no ha sido conducida a través de la conducción 32 para una corriente parcial en la disposición 26 de flotación por descompresión de un gas a presión.

A causa de la precipitación y de la separación de la cal a partir del agua residual alimentada al dispositivo 10 a través de la conducción 14 para la alimentación de un agua residual, y a causa de la precipitación y de la separación de la cal a partir de la corriente parcial alimentada a la disposición 26 de flotación por descompresión de un gas a presión, que procede del reactor aerobio 12, en la disposición 26 de flotación por descompresión de un gas a presión, la dureza de agua del agua residual alimentada al reactor aerobio 12 a través de la conducción de alimentación de retorno 44 es disminuida a un valor apropiadamente bajo, de manera tal que dentro del reactor aerobio 12 no se depositan cantidades algunas de cal que perturben a la función de los microorganismos, por lo que se optimiza la eficiencia de purificación del reactor aerobio 12.

Por el hecho de que el agua residual que se ha de purificar, alimentada al dispositivo 10 a través de la conducción 14 para la alimentación de un agua residual, es conducida primeramente a la disposición 26 de flotación por descompresión de un gas a presión, antes de que ésta sea conducida al reactor aerobio 12 situado corriente abajo de la disposición 26 de flotación por descompresión de un gas a presión, una disposición de microflotación conectada regularmente delante del reactor aerobio 12 en los dispositivos conocidos a partir del estado de la técnica, que actúa como una disposición para la separación de un material en partículas, se puede combinar con el reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión. De esta manera se pueden disminuir considerablemente los costos para el dispositivo 10.

En el dispositivo mostrado en la Fig. 2 están previstas dos conducciones de afluencia 30, 31 para un agente de ajuste del pH, de las cuales la conducción de afluencia 30 desemboca, a través de la disposición 28 para el ajuste del valor del pH, en la corriente parcial procedente del reactor aerobio 12, alimentada a través de la conducción 32 para una corriente parcial, y la conducción de afluencia 31 desemboca, a través de la unidad mezcladora 43 en el agua residual que se ha de purificar, alimentada a través de la conducción 14 para la alimentación de un agua residual. En vez de esto, también puede estar prevista solamente una de las conducciones de alimentación 30, 31 o en lugar de ambas conducciones puede estar prevista una conducción de afluencia para un agente de ajuste del pH (no representada) que conduce directamente al reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión. De igual manera, se puede prescindir de la conducción de afluencia 31 para agentes de precipitación y/o auxiliares de floculación, que conduce a la unidad mezcladora 43, de manera tal que el proceso de concentración de agentes de precipitación y/o auxiliares de floculación se efectúa a través de las conducciones de afluencia 30', 30''.

El dispositivo 10 representado en la Fig. 3 de acuerdo con un segundo ejemplo de realización del presente invento, se diferencia del mostrado en la Fig. 2 por el hecho de que la corriente parcial alimentada a la disposición 26 de flotación por descompresión de un gas a presión a través de la conducción 32 para una corriente parcial, a partir del reactor aerobio 12, detrás de la disposición 28 para el ajuste del valor del pH no es conducida directamente al reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión, sino en primer lugar a la conducción 36' que conduce a la unidad 38 para adiciones a la mezcla. Además, está prevista una conducción 36 de circulación en circuito que conduce desde el reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión a la conducción 36'', la cual está provista de una válvula 49, por medio de la cual se puede abrir o cerrar la conducción 36 de circulación en circuito. Alternativamente a la forma de realización mostrada en la Fig.3, la corriente parcial alimentada a la disposición 26 de flotación por descompresión de un gas a presión a través de la conducción 32 para una corriente parcial a partir del reactor aerobio 12, detrás de la disposición 28 para el ajuste del valor del pH puede ser alimentada también a través de una boca de aspiración de una bomba a presión al reactor 40 para la disolución de gases. La corriente de agua retirada desde el dispositivo 10 a través de la conducción 20' para la retirada de un agua residual, puede ser alimentada a una etapa adicional de tratamiento biológico aerobio (no representada) o a una clarificación posterior (no representada). La forma de realización de acuerdo con el presente invento, representada en la Fig. 3, es apropiada en particular para la purificación de un agua residual o de un agua de proceso procedente de la industria papelera.

A diferencia de los dispositivos 10 mostrados en las Figs. 2 y 3, la conducción 14 para la alimentación de un agua residual, en el caso del dispositivo 10 representado en la Fig. 4, no está prevista corriente abajo sino corriente arriba del reactor aerobio 12 y desemboca a través de una bomba 47' directamente dentro del reactor aerobio 12. Durante el funcionamiento de este dispositivo 10, por consiguiente, el agua residual que se ha de purificar es introducida dentro del reactor aerobio 12, en el que las impurezas orgánicas contenidas en el agua residual son descompuestas

por medio de la acción de microorganismos aerobios. Después de esto, el agua residual purificada es retirada a través de la conducción de retirada 20 a partir del reactor aerobio 12 y es separada en dos corrientes parciales, de las cuales una corriente parcial es retirada desde el dispositivo 10 a través de la conducción 20' para una corriente parcial, al contrario de lo cual la otra corriente parcial es conducida a través de la conducción 32 para una corriente parcial, a través de la disposición 28 para el ajuste del valor del pH y a través de la conducción 46 para la alimentación a la flotación por descompresión de un gas a presión dentro del reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión, donde a partir del agua residual precipita cal y ésta es separada del agua residual. Finalmente, el agua residual ablandada y purificada es alimentada de retorno, a través de la conducción 44 para la alimentación de retorno, al reactor aerobio 12. De esta manera, el contenido de cal del agua que circula en el reactor aerobio 12 es disminuido en un 30 a 60 %, lo cual impide o por lo menos disminuye en una medida suficiente la formación de depósitos de cal en el interior del reactor aerobio 12. Por medio del ajuste del grado de ablandamiento dentro del reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión se puede regular la formación de cal en el reactor aerobio 12.

El dispositivo 10 representado en la Fig. 5 se diferencia del mostrado en la Fig. 4 por el hecho de que la corriente de agua sacada del reactor aerobio 12 a través de la conducción de retirada 20, es introducida totalmente a través de la conducción 46 para la alimentación a la flotación por descompresión de un gas a presión dentro del reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión, y por consiguiente la corriente de agua 20 no es separada en corrientes parciales. Como diferencia adicional con respecto al dispositivo mostrado en la Fig. 4, en el dispositivo 10 representado en la Fig. 5, junto al reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión está prevista una conducción 50 para la retirada del agua, a través de la cual se saca desde el dispositivo 10 una parte de la corriente de líquido recirculada a través de la conducción 36 de circulación en circuito, con el fin de evacuar como desecho o utilizar ulteriormente a esta parte. Esta variante del procedimiento es ventajosa en particular cuando en la unidad 38 para adiciones a la mezcla se emplea un gas que contiene oxígeno, de manera preferida aire, puesto que de esta manera en el reactor 34 para la flotación por descompresión de un gas a presión tiene lugar al mismo tiempo una denominada "oxidación brusca" del resto del material orgánico.

En la Fig. 6 se representa una instalación 60 para la purificación de un agua residual, que contiene dos etapas de tratamiento biológico, a saber un primer reactor aerobio 12 y un segundo reactor aerobio 12'. Corriente abajo del primer reactor 12 y corriente arriba del segundo reactor 12' está dispuesta una disposición 26 de flotación por descompresión de un gas a presión, que está comunicada a través de la conducción 62 con el primer reactor 12 y a través de la conducción 62' con el segundo reactor 12'. Además, desde la disposición 26 de flotación por descompresión de un gas a presión conduce de retorno al primer reactor 12 una conducción 64 para la alimentación de retorno de una corriente parcial. La conducción 62 está comunicada con la conducción 62' a través de una conducción de comunicación 66, que a través de una válvula 68 puede ser abierta completamente, abierta parcialmente y cerrada. Corriente abajo del segundo reactor 12' está prevista una disposición de separación 70, a través de la cual el lodo es separado a partir del agua purificada, y es alimentado de retorno al primer reactor 12 y/o al segundo reactor 12' a través de la conducción 72 para la alimentación de retorno de lodos. En el caso del primer reactor 12 se puede tratar también de un reactor anaerobio, mientras que el segundo reactor 12' es imperativamente un reactor aerobio.

Durante el funcionamiento de la instalación representada en la Fig. 6, el agua residual alimentada de una manera continua a la instalación 60 a través de la conducción 14, es purificada en el primer reactor aerobio 12, ante de que ésta sea ablandada en la disposición 26 de flotación por descompresión de un gas a presión. Mientras que una corriente parcial del agua residual ablandada es alimentada de retorno al primer reactor 12, la otra corriente parcial es conducida al segundo reactor 12' y purificada ulteriormente. A través de la válvula 68 también una corriente parcial del agua que sale del primer reactor 12 puede ser conducida directamente al segundo reactor 12' mediante evitación de la disposición 26 de flotación por descompresión de un gas a presión. El lodo separado en la disposición de separación 70 es alimentado de retorno al primer reactor 12 y/o al segundo reactor 12'.

La instalación 60 para la purificación de un agua residual, representada en la Fig. 7, se diferencia de la representada en la Fig. 6 por el hecho de que la disposición 26 de flotación por descompresión de un gas a presión está dispuesta corriente arriba del primer reactor aerobio 12. Mientras que una corriente parcial del agua sacada del primer reactor 12 es alimentada de retorno a través de la conducción 64 para la alimentación de retorno de una corriente parcial a la disposición 26 de flotación por descompresión de un gas a presión, la otra corriente parcial es conducida al segundo reactor aerobio 12'. El lodo separado en la disposición de separación 70 dispuesta corriente abajo del segundo reactor 12', es alimentado de retorno completa o parcialmente al primer reactor 12 y/o al segundo reactor 12', al contrario de lo cual un eventual lodo en exceso es sacado del dispositivo 60 a través de la conducción de retirada 76. En la conducción 64 para la alimentación de retorno de una corriente parcial está previsto un recipiente 74 para la saturación con aire.

En la Fig. 8 se representa una instalación 60 para la purificación de un agua residual de acuerdo con otro ejemplo de realización, que como reactor aerobio tiene una cuba aerobia 80, en la que se entremezcla a fondo, detrás de la que se conecta un hidrociclón 82 o una batería de hidrociclones (no representada) para la separación del lodo. A diferencia de un MBBR, una cuba en la que se entremezcla a fondo tiene en el agua sacada una proporción considerable de lodo, que es separada previamente en su mayor parte en el hidrociclón 82. En lugar del hidrociclón 82 se puede utilizar también otra unidad compacta para la separación de fases (no representada) con el fin de

efectuar la separación previa del lodo. Desde el hidrociclón 82, una conducción 84 para la alimentación de retorno de lodos conduce a la cuba en la que se entremezcla a fondo, al contrario de lo cual, a través de la conducción 76 para la retirada de lodo en exceso, es retirado el lodo en exceso, y el agua separada en el hidrociclón 82 es conducida a una disposición 26 de flotación por descompresión de un gas a presión. Una parte del agua ablandada en la disposición 26 de flotación por descompresión de un gas a presión, es alimentada de retorno a la cuba 80 en la que se entremezcla a fondo, a través de la conducción 64 para la alimentación de retorno de una corriente parcial, al contrario de lo cual la otra corriente parcial es sacada a partir del dispositivo 60 a través de la conducción de retirada 20'.

Lista de signos de referencia

10	10	dispositivo para la purificación de un agua residual
	12, 12'	reactor aerobio
	14	conducción para la alimentación de un agua residual
	16	conducción para la alimentación de gases
	18	disposición de aireación
15	20, 20'	conducción para la retirada de un agua residual
	22	conducción de recirculación
	24	filtro de malla gruesa
	26	disposición de flotación por descompresión de un gas a presión
	28	disposición para el ajuste del valor del pH
20	30, 30', 30"	conducción de afluencia
	31, 31'	conducción de afluencia
	32	conducción para una corriente parcial
	34	reactor para la flotación por descompresión de un gas a presión
	36, 36'	conducción (de circulación en circuito)
25	38	unidad para adiciones a la mezcla
	40	reactor para la disolución de gases
	42	conducción para la alimentación del gas a presión
	43	unidad mezcladora
	44	conducción para la alimentación de retorno al reactor aerobio
30	46, 46'	conducción para la alimentación a la flotación por descompresión de un gas a presión
	47, 47'	bomba
	48	conducción para la retirada de cal
	49	válvula
	50	conducción para la retirada de agua
35	60	instalación para la purificación de un agua residual
	62, 62'	conducción
	64	para la alimentación de retorno de una corriente parcial
	66	conducción de comunicación,
	68, 68'	válvula
40	70	disposición de separación

ES 2 379 604 T3

	72	conducción para la alimentación de retorno de lodos
	74	reactor para la saturación con aire
	76	conducción para la retirada del lodo en exceso
	80	cuba en la que se entremezcla a fondo
5	82	(hidro)ciclón
	84	conducción para la alimentación de retorno de lodos

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la purificación continua de un agua residual, en particular para la purificación continua de un agua residual en la industria papelera, en el cual a un reactor aerobio (12) se le alimentan oxígeno o un gas que contiene oxígeno y el agua residual a purificar, el agua residual se pone en contacto dentro del reactor aerobio (12) con unos microorganismos aerobios, con el fin de descomponer a las impurezas contenidas en el agua residual, y el agua purificada es retirada a partir del reactor aerobio (12),
- 5 caracterizado porque
- por lo menos una parte del agua residual, con el fin de efectuar un ablandamiento por lo menos parcial, antes de la alimentación al reactor aerobio (12) es sometida a un paso de flotación por descompresión de un gas a presión, siendo alimentada el agua residual que se ha de purificar, antes de la alimentación al reactor aerobio (12) de una manera continua a una disposición (26) de flotación por descompresión de un gas a presión, en la que se lleva a cabo el paso de flotación por descompresión de un gas a presión, y siendo mezclada allí con por lo menos una parte del agua residual retirada de una manera continua a partir del reactor aerobio (12), y siendo retirada a partir de la disposición (26) de flotación por descompresión de un gas a presión un agua residual por lo menos parcialmente ablandada y siendo alimentada directamente al reactor aerobio (12), siendo disminuida la dureza del agua en por lo menos un 40 % en el paso de flotación por descompresión de un gas a presión, y comprendiendo el dispositivo, en el que se lleva a cabo el procedimiento, una disposición (70) para la separación de lodos, que está conectada detrás del reactor aerobio (12) y desde la cual una conducción (72) para la alimentación de retorno de lodos conduce al reactor aerobio (12).
- 10
- 15
- 20 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1,
- caracterizado porque
- el agua residual es ajustada a un valor del pH neutro o alcalino en el paso de flotación por descompresión de un gas a presión, es mezclada con un gas y cargada con presión, antes de que el agua residual tratada de este modo es sometida a una presión disminuida.
- 25 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1,
- caracterizado porque
- el agua residual es ajustada, en el paso de flotación por descompresión de un gas a presión, a un valor del pH situado entre 7 y 10, de manera preferida entre 7 y 9, y de manera especialmente preferida entre 7, 5 y 8,5.
- 30 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,
- caracterizado porque
- al agua residual, antes de o durante el paso de flotación por descompresión de un gas a presión, se le añade por lo menos un agente de precipitación y/o por lo menos un agente auxiliar de floculación, siendo el por lo menos un agente de precipitación preferiblemente un poli(cloruro de aluminio) y siendo el por lo menos un agente auxiliar de floculación de manera preferida una poli(acrilamida).
- 35 5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,
- caracterizado porque
- en el caso de éste la temperatura del agua residual, en particular la del agua residual alimentada al reactor aerobio (12), es regulada y/o vigilada.
- 40 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,
- caracterizado porque
- el agua residual que se ha de purificar, antes de o después del tratamiento en el reactor aerobio (12), es tratada en uno o varios otros reactor(es) aerobio(s) y/o anaerobio(s), siendo el número total de los reactores aerobios y eventualmente anaerobios de manera preferida de 2 a 6.
- 45 7. Dispositivo para la purificación continua de un agua residual, en particular para la purificación continua de un agua residual en la industria papelera de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 hasta 6, que comprende por lo menos un reactor (12) para la purificación aerobia de un agua residual con por lo menos una conducción de afluencia (14) para la alimentación de un agua residual que se ha de purificar al reactor (12), con por lo menos una conducción (16) de alimentación de gases, para la alimentación de oxígeno o para la alimentación de un gas que contiene oxígeno al reactor (12), así como con por lo menos una conducción de retirada (20) para la retirada de un agua residual purificada a partir del reactor (12),
- 50

caracterizado porque

5 el dispositivo (10) comprende además una disposición (26) de flotación por descompresión de un gas a presión, que tiene un reactor (34) para la flotación por descompresión de un gas a presión, la cual está comunicada con la por lo menos una conducción de retirada (20) del reactor aerobio (12) a través de una conducción (46') para la alimentación a la flotación por descompresión de un gas a presión, de tal manera que por lo menos una corriente parcial del agua residual purificada, retirada del reactor aerobio (12) a través de la conducción de retirada (20), puede ser conducida al reactor (34) para la flotación por descompresión de un gas a presión, estando la disposición (26) de flotación por descompresión de un gas a presión dispuesta corriente arriba del reactor aerobio (12), teniendo la disposición (26) de flotación por descompresión de un gas a presión por lo menos una conducción de afluencia (30, 31) para la alimentación de un agente para el ajuste del pH y comprendiendo la disposición (26) de flotación por descompresión de un gas a presión, además, una conducción (44) que conduce directamente al reactor aerobio (12) desde el reactor (34) para la flotación por descompresión de un gas a presión, y comprendiendo el dispositivo (10) una disposición (70) para la separación de lodos, que está conectada detrás del reactor aerobio (12), y desde la cual una conducción (72) para la alimentación de retorno de lodos conduce al reactor aerobio (12).

15 8. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7,

caracterizado porque

la disposición (26) de flotación por descompresión de un gas a presión tiene por lo menos una conducción de afluencia (30', 30'', 31'') para un agente de precipitación y/o un agente auxiliar de floculación.

9. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 u 8,

20 caracterizado porque

la disposición (26) de flotación por descompresión de un gas a presión tiene por lo menos una conducción de alimentación (42) para un gas a presión.

10. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9,

caracterizado porque

25 la disposición (26) de flotación por descompresión de un gas a presión tiene una disposición (40) para la disolución de gases, que está comunicada con el reactor (34) para la flotación por descompresión de un gas a presión a través de una conducción (36, 36'), y en la que desemboca la conducción (42) para la alimentación del gas a presión.

11. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10,

caracterizado porque

30 una conducción (14) para la alimentación de un agua residual desemboca en una unidad mezcladora (43) y desde allí a través de una conducción de afluencia (46) desemboca en el reactor (34) para la flotación por descompresión de un gas a presión, teniendo la unidad mezcladora (43) de manera preferida una conducción de afluencia (31) para un agente de ajuste de pH y/o una conducción de afluencia (31') para agentes de precipitación y/o auxiliares de floculación.

35 12. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 11,

caracterizado porque

la conducción (44) de la disposición (26) de flotación por descompresión de un gas a presión desemboca directamente en la zona de afluencia del reactor aerobio (12).

13. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 12,

40 caracterizado porque

en éste está prevista una disposición para el ajuste de la temperatura, que está dispuesta de manera preferida en la conducción (44) y que de manera preferida es un intercambiador de calor o una disposición de refrigeración, por ejemplo una torre de refrigeración.

14. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 13,

45 caracterizado porque

la conducción (16) para la alimentación de gases del reactor aerobio (12) desemboca en una disposición de aireación (18), que de manera preferida está estructurada como una aireación por chorros, como una aireación de volúmenes o como una aireación de superficies.

15. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 14,
caracterizado porque

el dispositivo (10), junto al reactor aerobio (12), comprende uno o varios otros reactores aerobios (12') y/o reactores anaerobios.

5

Fig. 1

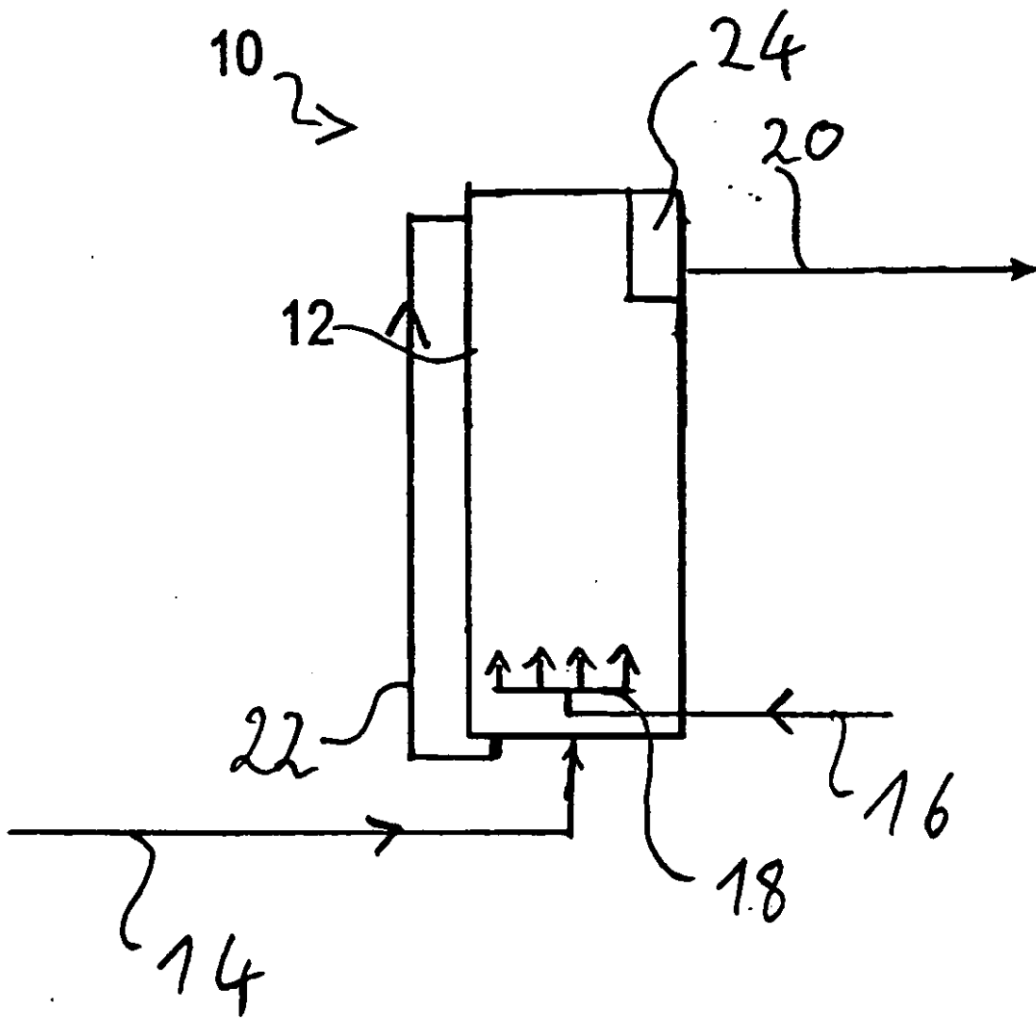


Fig. 2

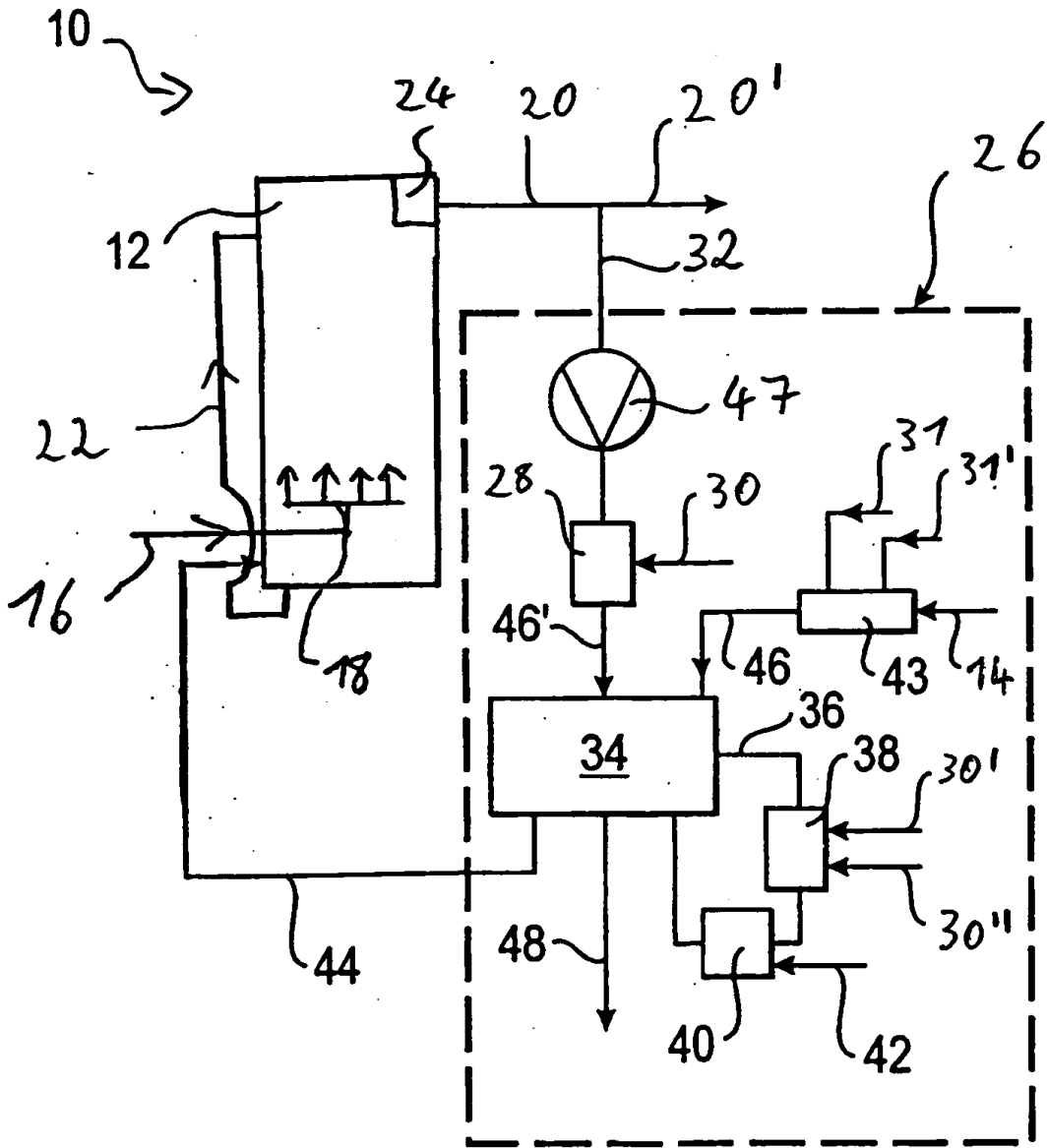


Fig. 3

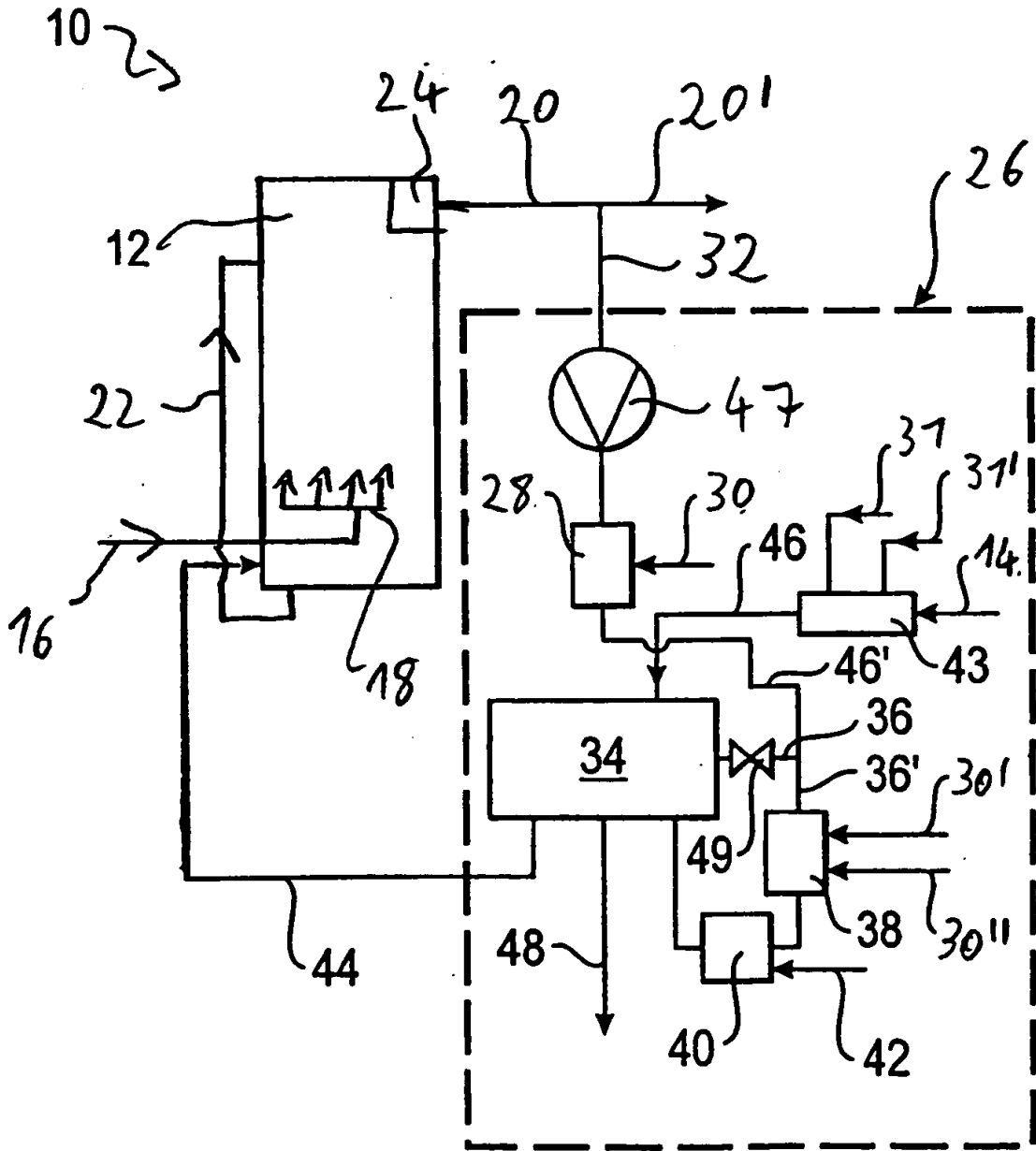


Fig. 4

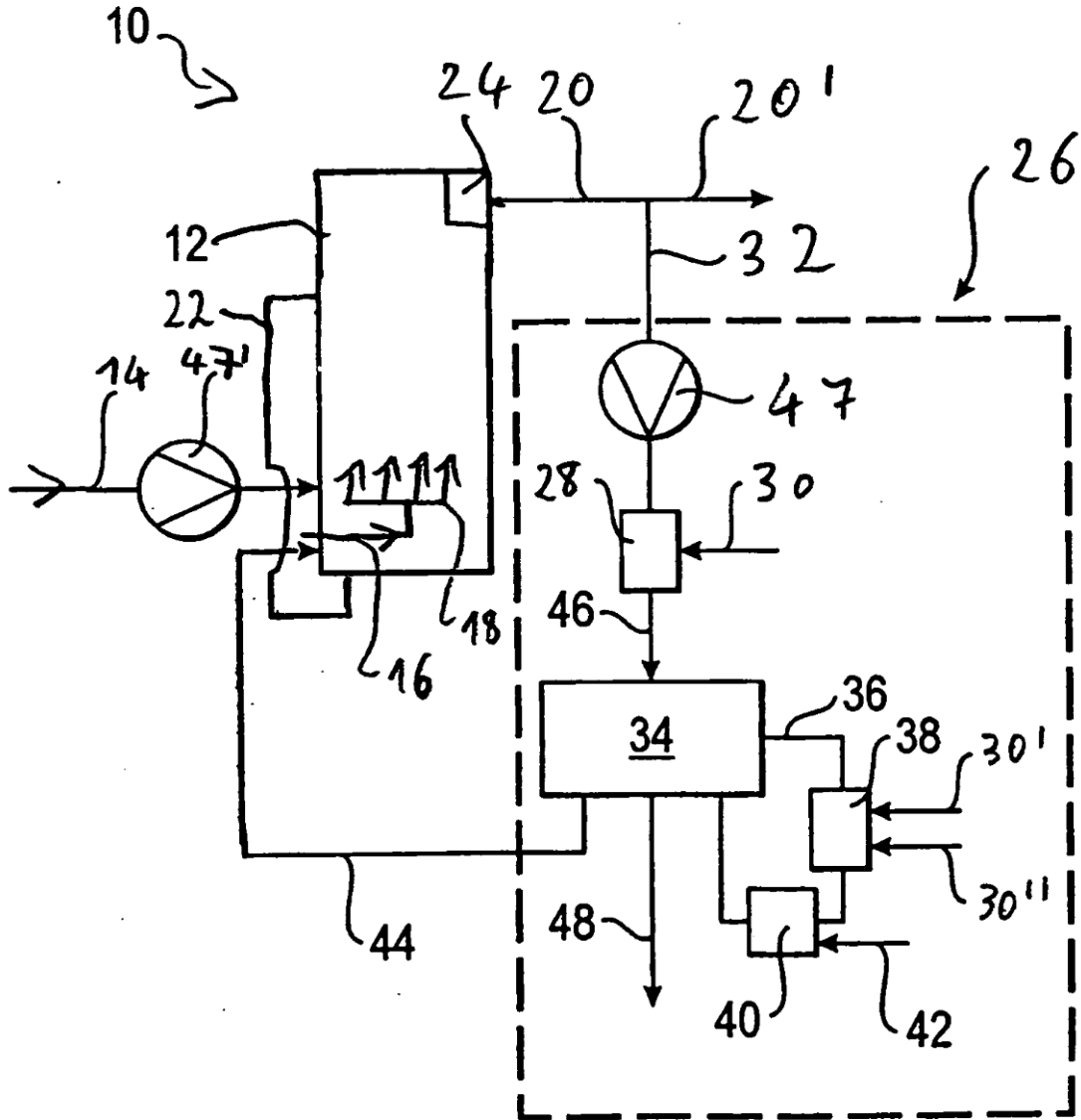


Fig. 5

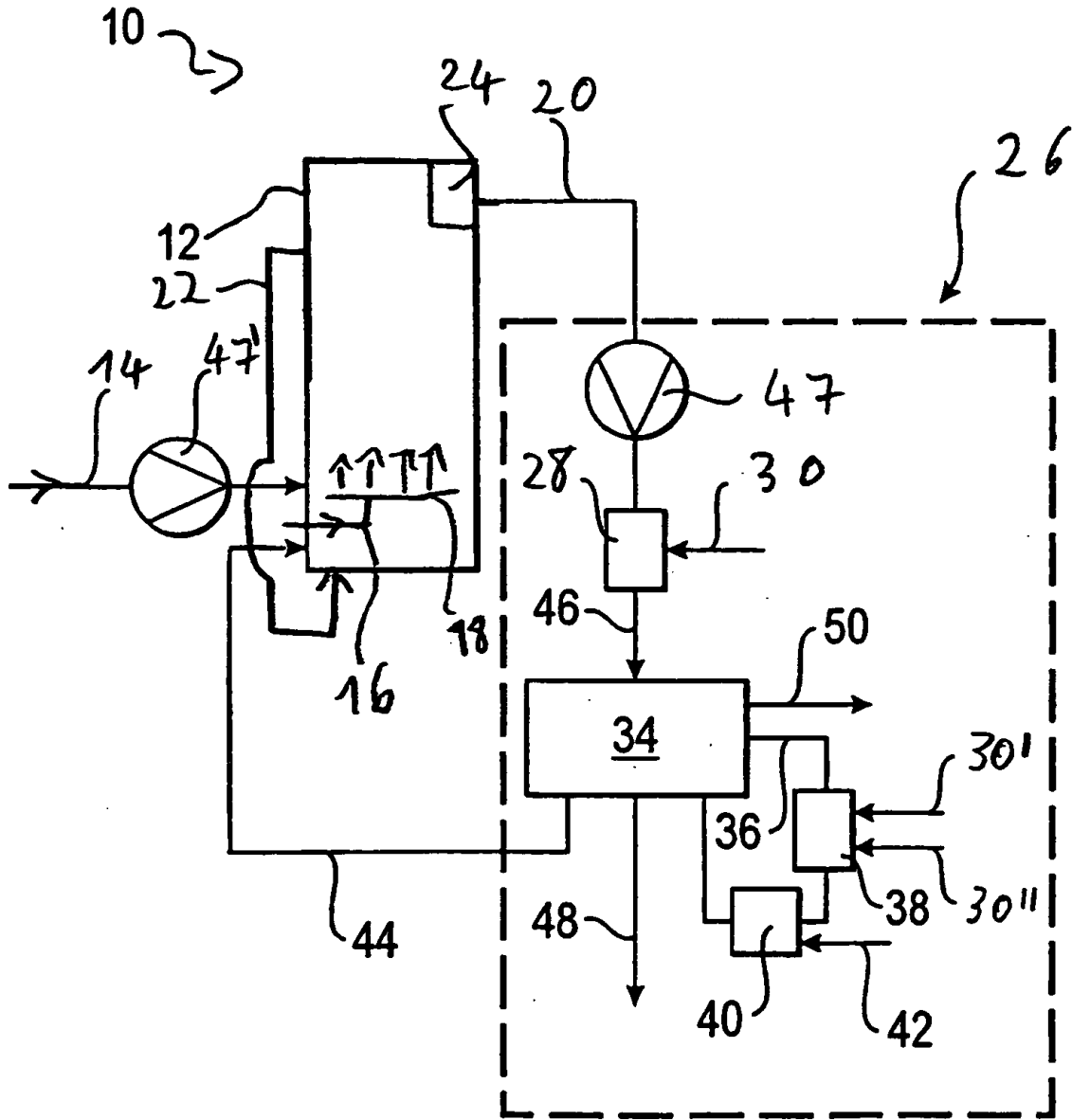


Fig. 6

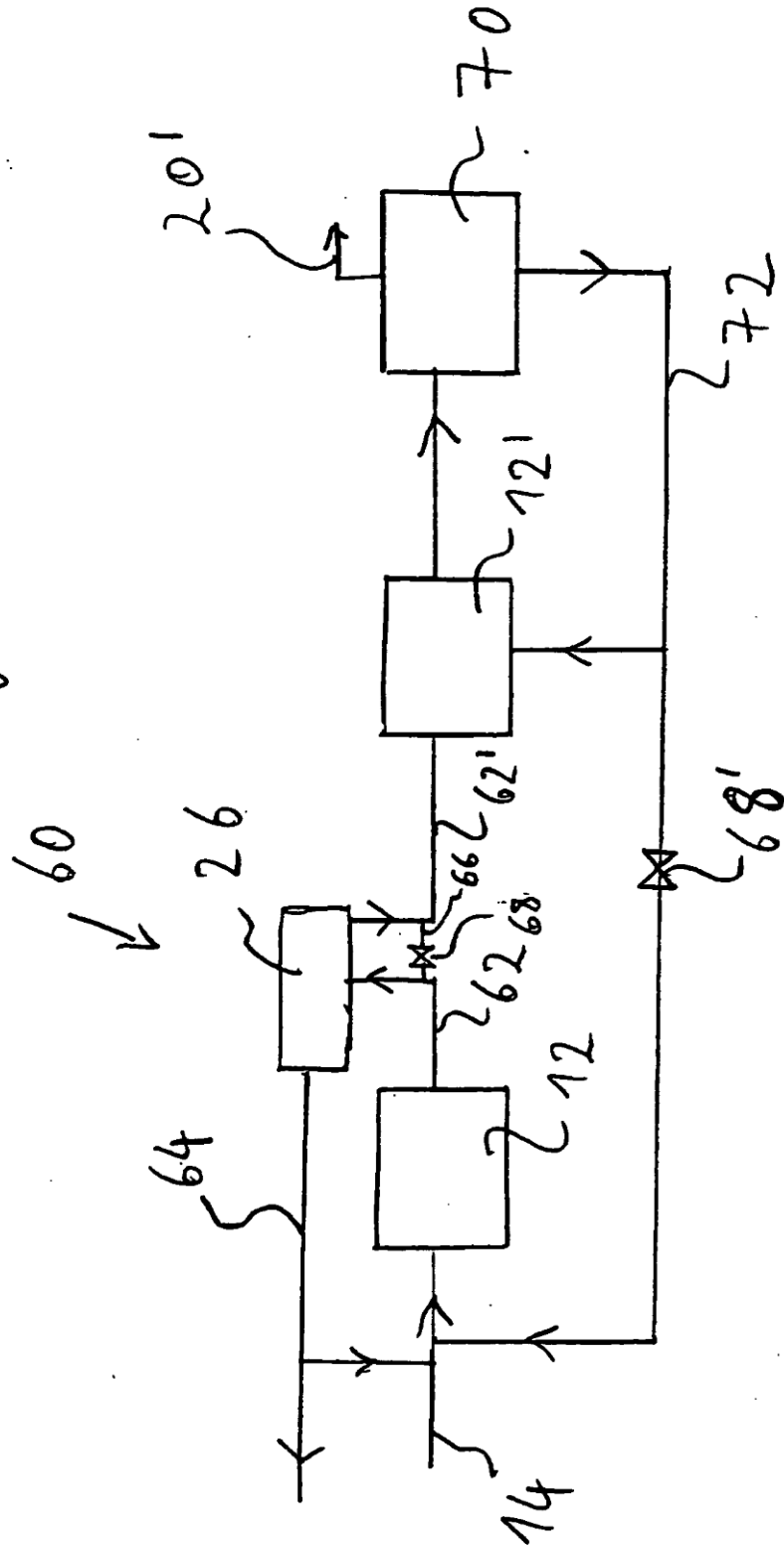


Fig. 7

60

