

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 715**

51 Int. Cl.:

D21C 7/00 (2006.01)

D21C 3/00 (2006.01)

D21C 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2008 E 08156650 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.02.2015 EP 2003241**

54 Título: **Sistema de reactor de dos recipientes y procedimiento para la hidrólisis y digestión de virutas de madera con procedimiento de lavado químico mejorado**

30 Prioridad:

23.05.2007 US 939718 P

05.05.2008 US 114856

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

14.05.2015

73 Titular/es:

**ANDRITZ, INC. (100.0%)
13 PRUYN'S ISLAND DRIVE
GLENS FALLS, NY 12801, US**

72 Inventor/es:

**SHIN, NAMHEE;
STROMBERG, BERTIL;
CANN, WILLIAM J. y
KIROV, VENTZISLAV**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 535 715 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

Sistema de reactor de dos recipientes y procedimiento para la hidrólisis y digestión de virutas de madera con procedimiento de lavado químico mejorado

Antecedentes de la invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y un aparato para el tratamiento de hidrólisis de material fibroso celulósico.

En los sistemas convencionales, las virutas de madera (u otro material celulósico o fibroso) experimentan hidrólisis en un primer recipiente de reacción antes de la introducción en un segundo recipiente, por ejemplo, un digestor. Dicho sistema convencional se describe en la patente de Estados Unidos 4.174.997 (Patente '997). En el primer
10 recipiente de reacción, tiene lugar la hidrólisis de la suspensión de virutas de madera haciéndolas pasar a través de ese recipiente en condiciones ácidas. En el primer recipiente de reacción, se extrae el hidrolizado, por ejemplo, azúcares tales como pentosa y hexosa, a partir de virutas de madera y se recupera el hidrolizado. Se descarga el material fibroso a partir de la parte inferior del primer recipiente de reactor y se transfiere por medio de la tubería de transferencia a la parte superior del segundo recipiente de reactor, por ejemplo el digestor, para el tratamiento de calentamiento del material celulósico.
15

En los sistemas convencionales, tal como se describe en la patente '997, la hidrólisis tiene lugar en todo el primer recipiente de reacción. Se introduce una suspensión de virutas en la parte superior del primer recipiente de reactor y se descarga a partir de la parte inferior del recipiente. Se añade calor al recipiente por medio de la introducción de agua caliente, por ejemplo, a 150 °C grados Celsius (°C), en la parte inferior del recipiente y vapor en la parte
20 superior del recipiente. Además, se añadieron soluciones ácidas para favorecer la hidrólisis, especialmente cuando el material estuvo a temperaturas por debajo de 150 °C. El agua caliente fluye en sentido ascendente en el recipiente, que es contrario al flujo en sentido descendente del material fibroso. El agua caliente y el vapor proporcionan calor suficiente al material con el fin de mantener la hidrólisis a través del recipiente.

En algunos sistemas convencionales, la sustancia química de calentamiento, tal como un licor blanco, se introduce en la parte inferior del primer recipiente de reactor y en la tubería de transferencia para el transporte de la suspensión de virutas desde el primer recipiente de reactor hasta el segundo recipiente de reactor. La inyección de sustancias químicas de calentamiento en la parte inferior del primer recipiente de reactor comienza la impregnación de las fibras del material celulósico en la parte inferior del primer recipiente de reactor aunque la reacción de hidrólisis todavía se encuentre en curso. No resulta deseable introducir sustancias químicas de calentamiento en el
25 material celulósico mientras la hidrólisis se encuentra en curso.
30

Breve descripción de la invención

Se ha desarrollado un nuevo sistema de hidrólisis para el sistema de formación de pasta papelera. El material celulósico, por ejemplo, virutas de madera, experimenta hidrólisis en una región superior de un primer recipiente (reactor de hidrólisis). Preferentemente, se lleva a cabo la hidrólisis cuando al material del recipiente se encuentra a una temperatura entre 150 °C y 175 °C, más entre 160 °C y 170 °C. Preferentemente, la hidrólisis se lleva a cabo cuando el material del recipiente está a un pH de 1 a 6, y más preferentemente a un pH de 3 a 4. Se retiran el hidrolizado y los líquidos del reactor de hidrólisis a través de un tamiz de extracción.
35

Por debajo del tamiz de extracción, el líquido de lavado frío fluye en sentido ascendente a través de la zona de lavado en el reactor de hidrólisis y hasta el tamiz de extracción. El líquido de lavado frío evita las reacciones de hidrólisis en el material celulósico por debajo del tamiz de extracción. Preferentemente, de forma sustancial toda la hidrólisis se lleva a cabo por encima del tamiz de extracción en el reactor de hidrólisis. Preferentemente, el líquido de lavado frío tiene una temperatura de 10 °C a 70 °C más fría que la temperatura de hidrólisis, más preferentemente de 20 °C a 50 °C más fría, y del modo más preferido de 25 °C a 35 °C más fría que la temperatura de hidrólisis. Preferentemente, el líquido de lavado frío tiene un pH de 3 a 7, y del modo más preferido un pH de 4 a 5. Preferentemente, además el líquido de lavado frío incluye mayoritariamente agua e incluye una sustancia química añadida, preferentemente en una cantidad de un 0,01 por ciento (%) a un 5 por ciento de la cantidad de material celulósico, por ejemplo, madera, en la suspensión que fluye a través del recipiente. Del modo más preferido, la cantidad de sustancia química añadida es de un 0,1 por ciento a un 1 por ciento de la cantidad de material celulósico en la suspensión. La sustancia química añadida al agua de lavado fría es bien hidróxido de sodio (NaOH) o bien licor blanco esencialmente libre de azufre para producir un líquido de lavado frío.
40
45
50

Se ha desarrollado un sistema de procesado para convertir el material celulósico en pasta papelera, comprendiendo el sistema las características de la reivindicación 1.

Se ha desarrollado un procedimiento para el tratamiento de hidrólisis de material celulósico que comprende las características de la reivindicación 11.

55 Características opcionales preferidas se citan en las reivindicaciones dependientes respectivas.

Breve descripción de los dibujos

La FIGURA 1 es un diagrama esquemático de un sistema continuo de formación de pasta papelera que tiene una alimentación de virutas, un reactor de hidrólisis y un reactor digestor continuo.

Descripción detallada de la invención

5 En un sistema de dos recipientes de reactor, se introduce vapor en la parte superior de ambos recipientes para calentar y presurizar. La hidrólisis tiene lugar por encima de los tamices de extracción en la parte superior del primer recipiente de reactor. Los tamices de extracción del primer recipiente de reactor retiran el hidrolizado a medida que las virutas de madera u otro material celulósico o material fibroso (denominado de forma colectiva material celulósico) introducido en la parte superior del primer recipiente avanza a través del recipiente y hasta un puerto de extracción inferior de ese recipiente.

10 El material celulósico se lava en el primer recipiente de reactor por debajo de los tamices de extracción. Se introduce el líquido de lavado en la parte superior del primer recipiente de reactor y fluye en sentido ascendente hasta los tamices de extracción. El líquido de lavado es agua mezclada con hidróxido de sodio (NaOH) y/o licor blanco esencialmente libre de azufre. El diámetro del primer recipiente puede ser uniforme por encima y por debajo del tamiz de extracción. El material celulósico descargado a partir del puerto de extracción del primer recipiente de reactor se introduce en la parte superior del segundo recipiente de reactor, que puede ser un recipiente de digestor. Se calienta el material celulósico en el segundo recipiente de reactor para generar la pasta papelera que se descarga a partir de un puerto de extracción inferior del segundo recipiente de reactor.

15 En el primer recipiente de reactor, se lava el material celulósico en una sección inferior del recipiente para retirar el hidrolizado del material. El lavado en la parte inferior del primer recipiente se lleva a cabo con un líquido de lavado a una temperatura por debajo de la temperatura de hidrólisis. Preferentemente, la temperatura del líquido de lavado es de 10 °C a 70 °C más fría que la temperatura de hidrólisis, más preferentemente de 20 °C a 50 °C más fría, y del modo más preferido de 25 °C a 35 °C más fría que la temperatura de hidrólisis. El líquido de lavado enfría el material celulósico hasta una temperatura por debajo de las temperaturas de hidrólisis normales. El líquido de lavado frío lava el hidrolizado restante procedente del material celulósico, rebaja la temperatura del material celulósico hasta un valor por debajo de la temperatura de hidrólisis, y ajusta el pH del material celulósico hasta un valor casi igual o ligeramente superior al valor neutro (pH 7) en el primer recipiente de reactor y antes del calentamiento del material en el segundo recipiente de reactor.

20 Preferentemente, el líquido de lavado frío tiene un pH de 3 a 7 y más preferentemente un pH de 4 a 5. Manteniendo el pH del líquido de lavado frío en estos intervalos se evita o minimiza la precipitación de la lignina disuelta en las sustancias químicas de calentamiento del segundo recipiente de reactor. El líquido de lavado puede incluir sustancias químicas añadidas, por ejemplo, NaOH y licor blanco esencialmente libre de azufre, para aumentar la cantidad de hidrolizado sometida a extracción a partir del material celulósico en el primer recipiente. La introducción de líquido de lavado, en lugar de una gran cantidad de licor blanco en la parte inferior del primer recipiente de reactor, reduce la precipitación de lignina en el primer recipiente que, de lo contrario, podría tener lugar si se añadieran grandes cantidades de licor blanco a la parte inferior del primer recipiente de reactor.

25 El segundo recipiente de reactor puede ser un recipiente de reactor continuo, tal como un digestor de fase de vapor. El uso de un digestor de fase de vapor debería evitar problemas de operación en la parte superior del segundo recipiente de reactor, provocados por la formación de gas durante la hidrólisis. El primer y segundo recipientes de reactor pueden ser sustancialmente verticales, tener una altura de al menos 33 m (100 pies), una entrada en la sección superior del recipiente, y una descarga próxima a la parte inferior del recipiente. La energía térmica añadida a los recipientes del reactor puede ser vapor presurizado a presión mayor que la presión atmosférica.

30 La FIGURA 1 es un diagrama esquemático de una alimentación de virutas a modo de ejemplo y un sistema de procesado de pasta papelera que tiene un primer recipiente 10 de reactor (reactor de hidrólisis) y un segundo recipiente 12 de reactor, por ejemplo, un digestor de pasta papelera continuo. El primer recipiente de reactor incluye un separador 14 superior invertido que recibe una suspensión de material celulósico y líquido procedentes de un conjunto 15 convencional de alimentación de virutas por medio de una tubería 33 de alimentación de virutas.

35 El conjunto 15 de alimentación de virutas puede incluir una tolva 16 de virutas de madera, tal como una Tolva de Virutas Diamondback® comercializada por Andritz Inc., conectada a un dosificador 18 de virutas de husillo doble y un conducto 20 de virutas. Se añade agua 24 caliente por medio de la tubería 26 a las virutas u otro material celulósico en el conducto 20 de virutas para formar una suspensión de material celulósico. Un tanque 22 de compensación de líquidos suministra el agua al tubo de virutas. El agua también se puede suministrar directamente al tubo de virutas por medio de la tubería 23.

40 El líquido separado que se descarga a partir del separador 14 superior y se extrae hasta la tubería 27 se puede mezclar (véase la válvula 25) con agua caliente. La mezcla fluye a través de la tubería 26 hasta el tanque 22 de compensación y, por medio de la tubería 23, hasta el tubo 20 de virutas. La mezcla de líquido descargado a partir del separador 14 superior y el agua 24 caliente se controla, usando la válvula 25, para que esté a una temperatura menor que la temperatura normal de hidrólisis, por ejemplo, preferentemente de 170 °C, del material celulósico. La

temperatura del agua y líquido descargados a partir del separador superior está preferentemente dentro del intervalo de 100° Celsius (°C) a 120 °C. Por medio del almacenamiento temporal de la mezcla de agua y licor procedente del separador superior, se puede usar el tanque 22 de compensación para proporcionar el control de temperatura de la mezcla de agua y líquido usada para formar la suspensión de material celulósico. Por ejemplo, el control de temperatura se puede proporcionar ajustando las cantidades relativas en el tanque de compensación de líquidos que fluye por medio de la tubería 27 desde el separador superior hasta el tanque de compensación y agua 24 caliente.

Para alimentar las virutas al primer recipiente de reactor, se bombea la suspensión de material celulósico por medio de una o más bombas 32 (tal como TurboFeed® System comercializado por Andritz Inc., y las bombas descritas en las patentes de Estados Unidos 5.752.075; 6.106.668; 6.325.890; 6.551.462; 6.336.993 y 6.841.042) hasta el separador 14 superior del primer recipiente de reactor. También pueden resultar apropiados otros sistemas de alimentación de suspensión, tales como los que usan un dispositivo de alimentación de alta presión.

El primer recipiente 10 de reactor puede controlarse basándose bien en la presión o bien en la temperatura, o en ambas, del recipiente. El control de presión puede ser por medio del uso de un flujo controlado de vapor por medio de la tubería 74 de vapor o además un gas inerte añadido al primer recipiente de reactor. Una región 45 superior gaseosa del primer recipiente de reactor se encuentra por encima de un nivel 44 superior de la columna de virutas.

La presión de las fases gaseosas contribuye a forzar el material fibroso celulósico hacia abajo y fuera del recipiente en la descarga 56 inferior del primer recipiente. La presión latente más la cabecera hidrostática deberían ser más elevadas en el primer recipiente 10 de reactor que en el segundo recipiente 12 de reactor para contribuir a transportar el material celulósico descargado del primer recipiente de reactor hasta el segundo recipiente de reactor. Si la presión latente y la cabecera hidrostática son mayores en el segundo recipiente de reactor, se puede usar una bomba de virutas entre los dos recipientes para bombear material procedente del primer recipiente hasta el segundo recipiente.

Se suministra vapor 72 a una temperatura por encima de la temperatura normal de hidrólisis, por ejemplo, 170 °C, para permitir que tenga lugar la hidrólisis en la suspensión celulósica en el primer recipiente de reactor. Se añade vapor de forma controlada que, al menos en parte, favorece la hidrólisis en el primer recipiente de reactor. Se añade vapor por medio de las tuberías 74 y 68 en la parte superior del primer recipiente de reactor o cerca de ella, tal como hasta la fase de vapor 45 del recipiente. El vapor introducido en el primer recipiente de reactor eleva la temperatura de la suspensión celulósica hasta la temperatura normal de hidrólisis por encima de ella, por ejemplo, por encima de 150 °C.

La suspensión de material celulósico alimentada al separador 14 superior invertido del primer recipiente puede tener cantidades excesivas de líquido para facilitar el flujo a través de la tubería 33 de transporte. Una vez que se encuentra en el recipiente, se retira el líquido de exceso a medida que la suspensión pasa a través del separador 14 superior. El líquido en exceso retirado del separador se devuelve por medio de la tubería 27 al sistema de alimentación de virutas, por ejemplo, al tubo 20 de virutas, y se introduce en la suspensión para transportar el material celulósico hasta la parte superior del primer recipiente. Se puede añadir líquido caliente en el separador 14 superior o cerca del mismo y la fase gas 45 del primer recipiente de reactor. El líquido añadido puede ser agua 24 caliente (tuberías no mostradas) o líquido caliente extraído del tamiz 48 de extracción del primer recipiente de reactor y que fluye a través de la tubería 31 hasta la parte superior del primer recipiente de reactor.

El separador 14 superior descarga virutas u otro material celulósico sólido hasta una fase líquida (por debajo de la columna 44 de virutas superior) del primer recipiente de reactor. El separador superior empuja, por ejemplo, por medio de tornillo vertical rotatorio, el material procedente de la parte superior del separador 14 invertido y al interior de la fase gas. El material sometido a empuje puede caer a través de la fase gas 45 en el recipiente y hasta la columna 44 de virutas superior de material celulósico y líquido presente en el primer recipiente de reactor. La temperatura de la fase gas (si existiera dicha fase) y en la región superior del primer recipiente 10 de reactor es un valor igual o mayor que la temperatura normal de hidrólisis, por ejemplo, igual o mayor de 170 °C. La suspensión de material celulósico fluye gradualmente a través del primer recipiente de reactor. A medida que el material avanza a través del recipiente, se añaden nuevo material celulósico y líquido a la superficie superior procedente del separador superior.

La hidrólisis tiene lugar en la región 46 superior del primer recipiente 10 de reactor, donde la temperatura se mantiene en un valor igual o mayor que la temperatura normal de hidrólisis. La hidrólisis tiene lugar a temperaturas más bajas, por ejemplo, por debajo de 150 °C, por medio de la adición de ácido, pero preferentemente la hidrólisis tiene lugar a temperaturas elevadas, por encima de 150 °C a 170 °C, usando únicamente agua y líquido recirculado procedente del separador superior del primer recipiente de reactor. La hidrólisis debería tener lugar sustancialmente solo en la región 46 superior por encima de un tamiz 48 de extracción o por encima de un conjunto de elevaciones múltiples o tamices 48 de extracción.

Para detener la hidrólisis a medida que el material celulósico se mueve hacia abajo a través del recipiente 10 pasado el tamiz 48 de extracción, se reduce la temperatura del material hasta un valor por debajo de la temperatura de hidrólisis o se retira ácido del material celulósico a partir del primer recipiente de reacción a través de los tamices 48 de extracción. La reducción de la temperatura y la retirada de los ácidos del material celulósico se pueden usar

juntas o por separado para evitar y, preferentemente, detener la hidrólisis.

El hidrolizado es un producto de hidrólisis. Se retira el hidrolizado con líquido de lavado y algunos otros líquidos a través de los tamices 48 de extracción y se alimentan en la tubería 29 y fluye hasta el tanque 30 de separación. El hidrolizado, el líquido de lavado y otros líquidos extraídos se pueden recuperar o recircular hasta el sistema de alimentación de virutas. El líquido de la tubería 29 extraído a partir del primer recipiente 10 de reactor y dirigido hasta un tanque 30 de separación incluye hidrolizado extraído a partir del primer recipiente de reactor. El tanque 30 de separación separa el líquido cargado de hidrolizado del vapor. El líquido procedente del tanque de separación está preferentemente a una temperatura por debajo de la temperatura de hidrólisis y más preferentemente por debajo de 110 °C. El líquido con hidrolizado fluye desde el tanque de separación hasta la tubería 28 y el vapor se puede retornar por medio de la tubería 68 hasta una fase gaseosa superior del primer recipiente 10 de reactor. Se recupera una parte del hidrolizado por medio de un sistema 70 convencional de recuperación de hidrolizado.

El vapor 68 se puede introducir en el recipiente, especialmente si la presión en el recipiente es menor que en el tanque de separación. Si la presión del recipiente no es menor que la del tanque de separación, se puede dirigir el vapor hasta un recipiente de virutas, un calentador de agua y/o licor blanco que se usa en el procedimiento. Circulaciones similares de vapor y/o líquidos extraídos se describen en la patente de Estados Unidos 7.105.106 y en la Publicación de Patente de Estados Unidos 2007-0000626.

Los líquidos procedentes del tanque 30 de separación, incluyendo una parte del hidrolizado, fluyen a través de las tuberías 28, 71 hasta la suspensión de virutas del tubo 20 de virutas y, por medio de la tubería 73, hasta el tanque 22 de compensación de líquidos. La cantidad de líquidos con hidrolizado añadido a la suspensión de virutas del conducto 20 de virutas se puede controlar para evitar cambios excesivos de pH de la suspensión de virutas, por ejemplo, con el fin de evitar que la suspensión se vuelva excesivamente alcalina o excesivamente ácida. La adición de líquido al material celulósico del tubo 20 de virutas contribuye a transportar el material de la suspensión de virutas a través de las bombas 32 de virutas y a través de las tuberías 33 de suspensión de virutas que se extienden entre el conducto 20 de virutas y el separador 14 superior del primer recipiente 10 de reactor.

Una zona 54 de lavado en contra-corriente se encuentra en el recipiente 10 por debajo de los tamices 48 de extracción. La zona 54 de lavado es una región inferior del recipiente 10 por debajo del tamiz 48 de extracción y por encima de la parte inferior 56 del recipiente. El líquido 50 de lavado que fluye a través de la zona de lavado enfría el material celulósico que fluye a través de la zona de lavado para eliminar o, al menos minimizar, la hidrólisis continua de la corriente de virutas que se mueve hacia abajo en la zona 54 de lavado. Preferentemente, el líquido de lavado está de 10 °C a 70 °C más frío que la temperatura de hidrólisis, más preferentemente de 20 °C a 50 °C más frío, y del modo más preferido de 25 a 35 °C más frío.

El líquido 50 de lavado fluye en dirección de flujo contraria, por ejemplo, en flujo ascendente, con respecto al flujo descendente del material celulósico del primer recipiente de reactor. El líquido 50 de lavado frío se bombea hasta la parte inferior de la zona de lavado procedente de la tubería 52 que conecta la parte inferior del primer recipiente 10 de reactor. La presión de líquido de lavado en la tubería 52 es suficiente para provocar que el líquido de lavado fluya en sentido ascendente (véase la flecha designada 50) a través del primer recipiente 10 de reactor en contra-flujo con respecto a la dirección de material celulósico que fluye en sentido descendente a través del recipiente. Se retira el líquido de lavado en el tamiz 48 de extracción.

Se añaden sustancias químicas 82, concretamente NaOH o un licor blanco esencialmente libre de azufre, por medio de la tubería 84 al agua de lavado fría que fluye a través de la tubería 52 antes de la introducción en la parte inferior del recipiente 10. La cantidad de sustancias químicas añadidas en el líquido de lavado puede ser una cantidad de un 0,01 por ciento (%) hasta un 5 por ciento de la cantidad de material celulósico, por ejemplo, madera, en la suspensión que fluye a través del recipiente. Preferentemente, la cantidad de sustancias químicas añadidas es de un 0,1 por ciento a un 1 por ciento del material celulósico. La(s) sustancia(s) química(s) se añade(n) al agua de lavado para evitar la hidrólisis y retirar hidrolizado, y opcionalmente para ajustar el pH del líquido de lavado. La adición de las sustancias químicas al agua de lavado tiene como resultado la extracción de sustancialmente más hidrolizado procedente del material celulósico que fluye a través de la zona de lavado, lo que tendría lugar si el líquido de lavado fuera agua pura.

A medida que el líquido 50 de lavado interacciona con el material celulósico en la zona de lavado y en el tamiz 48 de extracción o justo por encima del mismo, el líquido enfría el material celulósico hasta un valor por debajo de la temperatura de hidrólisis y lava algunas sustancias químicas fuera del material. Preferentemente, el líquido de lavado frío reduce la temperatura del material celulósico cerca de los tamices 48 de extracción y en la zona 54 de lavado para evitar y detener las reacciones de hidrólisis en el material. Además, a medida que el material celulósico se mueve por debajo de los tamices 48 de extracción, es preferible que el material esté a un nivel de pH en el cual la lignina no se disuelva. La cantidad de líquido de lavado y las sustancias químicas del líquido de lavado se pueden ajustar para provocar que el nivel de pH del material celulósico de la zona 54 de lavado esté dentro de un intervalo de pH pre-determinado.

Las virutas lavadas se descargan a través de la parte inferior 56 del primer recipiente de reactor y se envían por medio de la tubería 62 de transporte de virutas hasta el separador 57 superior, por ejemplo, un separador superior

invertido, del segundo recipiente 12 de reactor, tal como un digestor continuo. Opcionalmente, se usa una bomba 64 para contribuir al transporte del material celulósico a través de la tubería 62 desde el primer recipiente de reactor hasta el segundo recipiente de reactor. Se puede usar el agua y otros líquidos que quedan en las virutas para aumentar la proporción de líquido con respecto a virutas en el material celulósico que fluye a través de la tubería 62 con el fin de contribuir al transporte del material a través de la tubería 62 y hasta el separador superior 56 del segundo recipiente de reactor.

Se puede añadir líquido adicional, desde la tubería 58, a la suspensión de material celulósico de la tubería 62 de transporte o hasta la parte inferior del primer recipiente de reactor a través de la tubería 61. Se puede someter a extracción el líquido adicional desde el separador 57 superior del segundo recipiente 12 de reactor. Se puede recircular el líquido adicional por medio de bombeo (por medio de la bomba 59) y por medio de las tuberías 58 y 61 hasta la parte inferior 56 del primer recipiente. Se puede introducir el líquido de la tubería 58 directamente en el vapor descargado de material celulósico en la tubería 62 o por medio de la tubería 61 en el interior de la parte inferior 56 del primer recipiente de reactor, como parte del líquido usado para contribuir a la descarga de las virutas del primer recipiente. Una válvula 63 dirige el flujo de líquido desde la bomba 59 y la tubería 58 hasta la tubería 61 o la tubería 62 de transporte. El líquido recirculado desde el separador 57 superior del segundo recipiente debería estar relativamente libre de materiales alcalinos y el control de pH se puede regular para garantizar que el líquido recirculado tiene un nivel de pH aceptable antes de la introducción en la parte inferior del primer recipiente 10 de reactor o tubería 62 de transporte.

Se puede añadir ácido a la tubería 62 de transporte para contribuir al control de pH del material celulósico que se transporta desde el primer recipiente de reactor hasta el segundo recipiente de reactor. Si el pH del material celulósico de la tubería 62 de transporte de virutas está por encima de un nivel de pH deseado, se puede usar la adición de una sustancia química a la tubería 62 o a la parte inferior 56 del primer recipiente de reactor para disminuir el pH del material celulósico.

Se puede usar un monitor de pH 78 para detectar el nivel de pH del material celulósico que fluye desde el primer recipiente de reactor hasta el segundo recipiente de reactor. Si el monitor 78 detecta un nivel de pH en el material celulósico por encima de un intervalo de pH deseado, un controlador puede provocar la adición de una sustancia química ácida al material celulósico de la parte inferior 56 del primer recipiente 10 o en la tubería 62 de transporte. Adicionalmente, si el monitor 78 detecta un nivel de pH por encima del intervalo de pH deseado, el controlador puede provocar la introducción de agua de lavado adicional en la parte inferior 56 del primer recipiente o en la tubería 62.

El vapor procedente de los tanques 30, 66 de separación se puede transportar y usar, por medio de la tubería 68, para añadir calor a cualquier sistema 16 de alimentación de virutas, el primer recipiente de reactor y un sistema 90 de recuperación de calor. Por ejemplo, el vapor extraído del primer recipiente 10 de reactor se puede añadir al recipiente de virutas 16 para contribuir a la producción de la suspensión de material celulósico y para controlar la proporción de líquido con respecto a madera de la suspensión. Antes de la adición de vapor al sistema de alimentación de virutas, se puede comprobar el vapor para confirmar que está sustancialmente libre de azufre. Preferentemente, no se añade sustancia química que contenga azufre al material celulósico o a cualquier otro material o líquido introducido en el interior del primer recipiente de reactor. De manera indeseable, el azufre del primer recipiente 10 de reactor podría dar como resultado compuestos de azufre en los recipientes 10, 12 y líquidos extraídos a partir de los tamices 48 de extracción.

Se puede añadir vapor 72 adicional por medio de la tubería 74 a la parte superior del primer recipiente 10 de reactor y a la parte superior del segundo recipiente 12 de reactor. El vapor adicional puede proporcionar la energía térmica a los recipientes de reactor.

Se añaden sustancias químicas de calentamiento, por ejemplo licor 76 blanco, a la parte superior, por ejemplo, a un separador 57 superior invertido del segundo recipiente 12 de reactor. Se puede introducir una parte de estas sustancias químicas de calentamiento en la tubería 58 de circulación que extrae licor del separador 57 superior y añadir licor a la parte inferior del primer recipiente de reactor o a la tubería 62 de transporte de virutas. Se añade licor 76 blanco al separador superior del segundo recipiente 12 de reactor para favorecer la mezcla de licor con el material celulósico del separador y antes de que tenga lugar la descarga de la mezcla de material y licor a partir del separador hasta el segundo recipiente de reactor.

El control de la tubería 58 de circulación puede resultar útil, incluyendo un control de pH, para confirmar que las sustancias químicas de calentamiento no fluyan desde el segundo recipiente 12 de reactor hasta el primer recipiente 10 de reactor o hasta la tubería 62 de transporte. El pH de la tubería 58 de circulación debería permanecer dentro del intervalo de 4 a 10, preferentemente dentro de un intervalo de 6 a 10, y más preferentemente dentro de un intervalo de 6 a 8. Si el pH de la tubería 58 de circulación es elevado, se puede añadir agua 50 de lavado fría adicional a la parte inferior 56 del primer recipiente de reactor o a la tubería 62 de transporte. El agua de lavado 50 se puede añadir a la parte inferior del primer recipiente de reactor o a la tubería 62 de transporte para contribuir a impulsar la suspensión de material celulósico desde el primer recipiente hasta la parte superior del segundo recipiente de reactor.

5 El segundo recipiente 12 de reactor puede ser un recipiente digestor continuo de fase gas presurizado. El nivel de líquido del segundo recipiente de reactor está por debajo de la fase gas del recipiente y es suficiente para sumergir por completo los sólidos, por ejemplo, virutas, del material celulósico. El nivel de líquido del segundo recipiente de reactor puede ser tan elevado como el borde superior del separador 57 superior. Este nivel de líquido elevado puede resultar útil para proporcionar una penetración rápida y completa de las sustancias químicas de calentamiento en el interior de las virutas. El calentamiento en el segundo recipiente es en co-corriente.

10 El segundo recipiente 12 de reactor, por ejemplo, un recipiente de digestión o calentamiento, puede ser un sistema de recipiente individual con múltiples etapas en las que el material celulósico que pasa a través de la primera etapa (elevación superior) está a una temperatura más baja que el material celulósico en las otras etapas (elevaciones inferiores). Una operación opcional de calentamiento o digestión emplea calentamiento del material celulósico tan pronto como se introducen las virutas en el licor de calentamiento. Otra operación opcional de digestión o calentamiento es el calentamiento del material celulósico a medida que es introducido en el licor de calentamiento y calentar el material a diferentes temperaturas a medida que transcurre el procedimiento de calentamiento a través del segundo recipiente de reactor. Por ejemplo, el segundo recipiente de reactor puede tener zonas de
15 calentamiento múltiples a diferentes elevaciones y cada zona se mantiene a diferente temperatura de calentamiento.

20 Los procedimientos y sistemas 90 de recuperación de calor son convencionales y se conocen bien en las plantas de formación de pasta papelera. Por ejemplo, se puede recuperar calor procedente de las corrientes de circulación, tal como procedente de los tanques 66 de separación, en los intercambiadores de calor u otros, tal como los sistemas 90 de recuperación de calor. También se puede aplicar el calor recuperado procedente de los tanques de separación para pre-calentar líquido, tal como el filtrado 80 de lavado y el licor 76 blanco, introducido en la parte superior del segundo recipiente de reactor. Este pre-calentamiento de líquidos se puede conseguir por medio del uso de intercambiadores de calor para extraer calor procedente de los tanques de separación y transferir el calor hasta los líquidos.

25

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de procesado para convertir material celulósico en pasta papelera, comprendiendo el sistema:

un primer recipiente (10) de reactor presurizado que opera a una presión por encima de presión atmosférica, incluyendo el primer recipiente (10) de reactor:

- 5 una entrada de material que recibe el material celulósico una descarga (56) de material para el material, en el que el material celulósico fluye desde la entrada de material hasta la descarga (56) de material;
un puerto de entrada de energía térmica en una parte superior del primer recipiente (10) de reactor;
un tamiz (48) de extracción que tiene una salida para extraer hidrolizado y líquido procedentes del primer recipiente (10) de reactor;
- 10 una primera región del primer recipiente (10) de reactor entre la entrada de material y el tamiz (48) de extracción, en la que la primera región se mantiene a una temperatura de hidrólisis en el material celulósico;
una entrada (52) de líquido de lavado hasta el primer recipiente (10) de reactor presurizado y por debajo del tamiz (48) de extracción, en la que la entrada (52) de líquido de lavado está conectada a una fuente de líquido de lavado que incluye una fuente de agua (50) de lavado fría y una fuente de al menos uno de hidróxido de sodio y licor (82) blanco esencialmente libre de azufre; y
- 15 una segunda región del primer recipiente (10) de reactor entre el tamiz (48) de extracción y la descarga (56) en la que la temperatura se encuentra por debajo de la temperatura de hidrólisis y la reacción de hidrólisis se evita de forma sustancial,
una tubería (62) de transporte que proporciona un conducto de flujo desde la descarga (56) hasta un segundo recipiente (12) de reactor que es un recipiente de digestión continua, y
- 20 el recipiente (12) de digestión continua que recibe el material celulósico descargado desde el primer recipiente (10) de reactor.

2. El sistema de procesado de la reivindicación 1, en el que la entrada (52) de líquido de lavado está ubicada en una parte inferior de la segunda región del primer recipiente (10) de reactor.

25 3. El sistema de procesado de la reivindicación 1 o 2, en el que la cantidad de hidróxido de sodio y licor blanco esencialmente libre de azufre en el líquido de lavado no tiene más de cinco por ciento en volumen de agua en el líquido de lavado, y/o está dentro del intervalo de un 0,01 por ciento a un 5 por ciento de la cantidad de material celulósico que fluye a través del primer recipiente (10) de reactor.

30 4. El sistema de procesado de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer recipiente (10) de reactor es sustancialmente vertical, tiene una altura de al menos 30,5 metros, la entrada está en la parte superior del recipiente, y la descarga (56) está próxima a la parte inferior del recipiente (10).

5. El sistema de procesado de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el puerto de entrada de energía térmica está dispuesto y construido para recibir vapor (72) por encima de la presión atmosférica.

35 6. El sistema de procesado de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que además comprende un tanque (30) de separación que recibe el líquido extraído a partir del tamiz (48) de extracción y que proporciona vapor al primer recipiente (10) de reactor en una región del primer recipiente de reactor o por encima del mismo y que preferentemente descarga hidrolizado hasta un sistema (70) de recuperación de hidrolizado.

7. El sistema de procesado de la reivindicación 6, en el que el tanque (30) de separación tiene una descarga de líquido que proporciona líquido para el conjunto de alimentación de virutas del sistema.

40 8. El sistema de procesado de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo recipiente (12) de reactor incluye una descarga de líquido que extrae una parte de líquido del segundo recipiente (12) de reactor y dirige la parte de líquido a al menos uno de una entrada inferior del primer recipiente (10) de reactor o a la tubería (62) de transporte.

45 9. El sistema de procesado de la reivindicación 8, que además comprende un separador (57) superior en el segundo recipiente (12) de reactor, en el que la parte extraída del líquido se extrae del separador (57) superior.

10. El sistema de procesado de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que además comprende un control de pH (78) que regula el nivel de pH de una suspensión de material celulósico en la tubería (62) de transporte.

11. Un procedimiento para el tratamiento de hidrólisis de material celulósico que comprende:

- 50 introducir material celulósico en una entrada superior de un primer recipiente (10) de reactor, en el que el material se mueve en sentido descendente a través del recipiente (10);
hidrolizar el material celulósico en una región superior del primer recipiente (10) de reactor añadiendo presión y energía térmica al recipiente (10) y manteniendo el material celulósico por encima de la temperatura de hidrólisis;
extraer el hidrolizado a partir del material celulósico a través de un tamiz (48) de extracción por debajo de la región superior del primer recipiente (10) de reactor;

- enfriar el material celulósico por debajo del tamiz (48) de extracción hasta una temperatura por debajo de la temperatura de hidrólisis añadiendo un líquido de lavado por debajo del tamiz (48) de extracción, en el que el líquido de lavado es una mezcla de agua y al menos uno de hidróxido de sodio y licor blanco esencialmente libre de azufre; y
- 5 descargar el material celulósico procedente de una salida (56) inferior del primer recipiente (10) de reactor.
12. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que la cantidad de hidróxido de sodio y licor blanco no es mayor de un cinco por ciento en volumen del agua del líquido de lavado, y/o está dentro del intervalo de un 0,01 por ciento a un 5 por ciento de la cantidad de material celulósico que fluye a través del primer recipiente (10) de reactor.
- 10 13. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 11 y 12, en el que el líquido de lavado está de 10 °C a 70 °C más frío que la temperatura de hidrólisis.
14. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en el que el líquido de lavado fluye hasta el tamiz (48) de extracción.
15. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, en el que el líquido de lavado tiene un pH de 3 a 7, preferentemente de 3 a 4.
- 15 16. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, en el que el material celulósico de una región inferior del primer recipiente (10) de reactor se mantiene a una temperatura de al menos diez grados Celsius por debajo de la temperatura de hidrólisis, preferentemente dentro del intervalo de 10 °C a 70 °C más frío que la temperatura de hidrólisis.
- 20 17. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 16, en el que la temperatura de hidrólisis es al menos 170 grados Celsius, preferentemente dentro del intervalo de 150 a 175 °C.
18. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 17, en el que la etapa de hidrólisis tiene lugar mientras que el material celulósico está a un pH dentro del intervalo a 1 a 6.
19. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 18, que además comprende añadir vapor (72) al primer recipiente (10) de reactor para presurizar el recipiente y añadir energía térmica al recipiente.
- 25 20. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 19, que además comprende introducir material celulósico descargado desde la salida (56) inferior del primer recipiente (10) de reactor hasta una entrada de un segundo recipiente (12) de reactor e introducir el licor de calentamiento en el interior de la parte superior del segundo recipiente (12) de reactor para digerir el material celulósico para producir pasta papelera.
- 30 21. El procedimiento de la reivindicación 20, que además comprende extraer el licor del segundo recipiente (12) de reactor e introducir el licor extraído en una región inferior del primer recipiente (10) de reactor.
22. El procedimiento de la reivindicación 21, que además comprende controlar el pH del licor extraído y aumentar un flujo de líquido de lavado en la zona inferior del primer recipiente de reactor si el pH controlado supera un nivel de pH predeterminado.

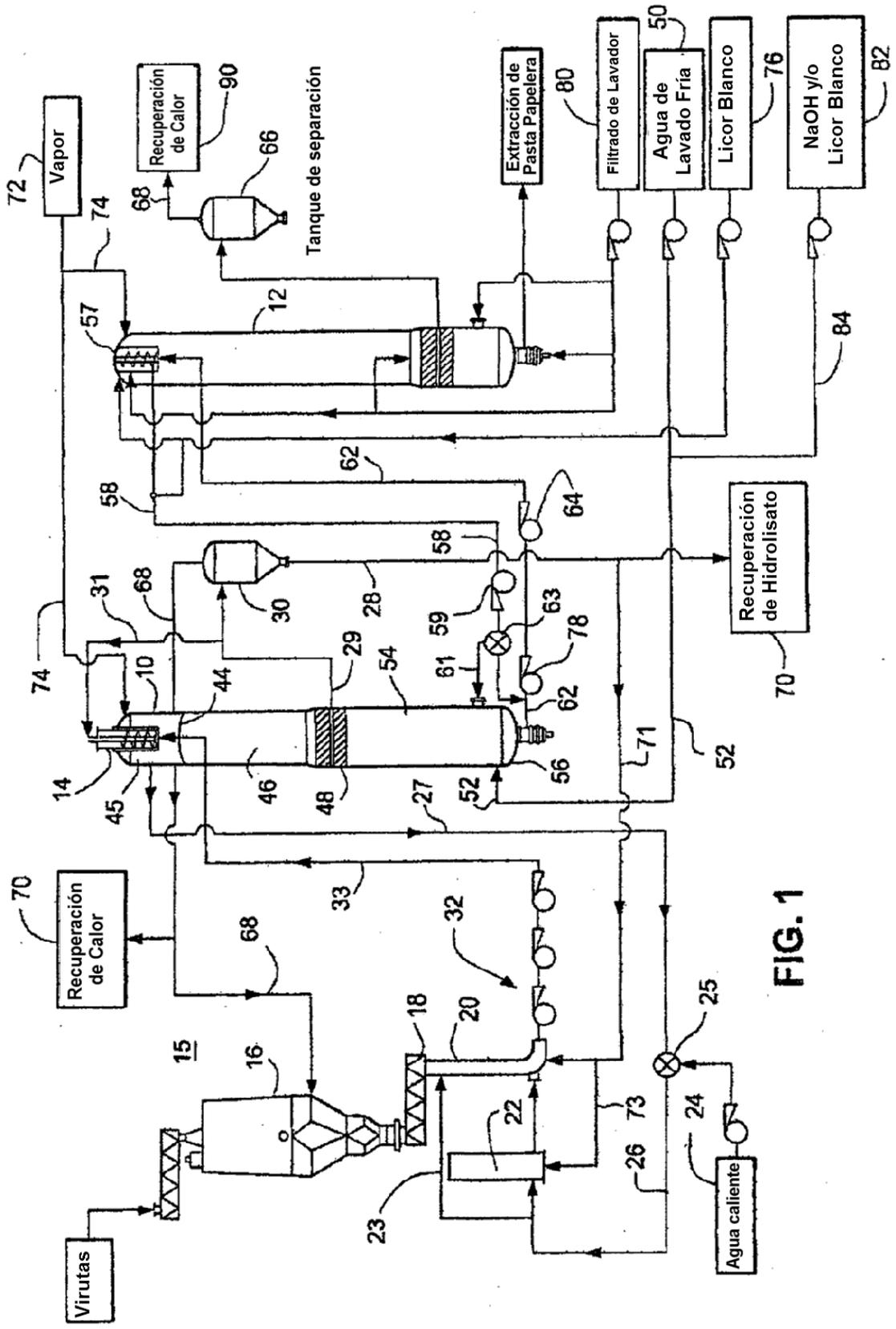


FIG. 1