

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 980 734**

51 Int. Cl.:

C08J 11/04 (2006.01)

C08J 11/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.07.2022** **E 22184941 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2024** **EP 4144785**

54 Título: **Un método para reciclar celulosa textil residual**

30 Prioridad:

01.09.2021 SG 10202109553V

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

02.10.2024

73 Titular/es:

**ASIA PACIFIC RESOURCES INTERNATIONAL HOLDINGS LTD (100.0%)
Dallas Building, 7 Victoria Street
HM11 Hamilton, BM**

72 Inventor/es:

**GINTING, EDUWARD;
ANTES, RUDINE;
YING, H'NG YIN y
PANDITA, SURYA DARMA**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 980 734 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

Un método para reciclar celulosa textil residual

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un método para reciclar residuos de textiles como materia prima para la producción de fibras de celulosa sintéticas. En particular, un método para reciclar celulosa de estas materias primas para producir pulpa de celulosa que logra especificaciones y características de pulpa soluble como materia prima de fibras textiles. Específicamente, el método comprende tratar una materia prima textil residual que comprende al menos 50 % en peso de celulosa, con una solución acuosa alcalina seguida de una solución acuosa ácida. La presente invención también se refiere al uso de álcalis acuosos usados y soluciones ácidas acuosas usadas, para reciclar celulosa residual textil.

10 En particular, al uso de una solución alcalina obtenida del proceso de fabricación de viscosa y una solución ácida obtenida de la fabricación de pulpas de papel. Por lo tanto, se identifica una sinergia particular entre la operación simultánea y la integración de estos procesos, mediante la cual para reciclar textiles se pueden utilizar los subproductos del proceso de viscosa y los procesos de fabricación de pulpas de papel.

Antecedente

15 Existe una demanda mundial cada vez mayor de textiles, en particular debido al aumento de la población mundial. También hay una demanda creciente de prendas de vestir en muchos países con tendencias crecientes hacia la llamada "moda rápida", que se refiere a la producción en masa de prendas de vestir de bajo coste diseñadas para tener una vida útil limitada. Hay opciones limitadas disponibles para reciclar textiles y, por lo tanto, una gran mayoría de textiles terminan siendo desechados en rellenos sanitarios o incinerados. Se están realizando esfuerzos para

20 aumentar la tasa de reciclaje de textiles. Por ejemplo, la directiva sobre residuos de la UE impondrá la obligación para que en el año 2025, los estados miembros de la UE recolecten los residuos de textiles por separado. Por lo tanto, los textiles posconsumo están ampliamente disponibles y probablemente lo estarán cada vez más. Más allá de clasificar y fomentar la reutilización de los textiles que no han llegado al final de su vida útil (por ejemplo, cuando los textiles se desechan debido a los rápidos cambios de las tendencias de la moda, más que por ya no ser utilizables), sigue siendo necesario encontrar métodos adecuados que permitan reciclar residuos de textiles, en nuevos productos textiles de igual calidad.

Waste Management & Research 2019, 37(2), 112-119 "Textile recycling processes, state of the art and current development: A mini review" ofrece una visión general de los métodos de reciclaje disponibles.

30 En vista de los impactos ecológicos, existe una tendencia rápidamente creciente hacia prácticas sostenibles. De acuerdo con ello, también es de creciente importancia para los consumidores que su ropa y prendas de vestir se fabriquen minimizando e idealmente evitando el desperdicio, utilizando productos reciclados siempre que sea posible. Si bien se sabe que los textiles como el algodón pueden reciclarse (específicamente reciclarse) para obtener productos de menor calidad, como retales y material aislante, sigue siendo primordial que los textiles puedan reciclarse para proporcionar un textil de calidad sustancialmente equivalente, permitiendo así una verdadera economía textil circular.

35 Uno de los principales problemas es el uso de mezclas de fibras; es decir, textiles que se forman a partir de dos o más tipos de fibras hiladas juntas. Estos pueden incluir mezclas de fibras tanto sintéticas como naturales, como poliéster y algodón.

"Towards Recycling of Textile Fibers - Separation and Characterization of Textile Fibers and Blends" de Anna Peterson, tesis de maestría en Química de Materiales y Nanotecnología, Universidad Tecnológica de Chalmers, Gotemburgo, Suecia 2015, divulga un proceso de pretratamiento para separar poliéster en textiles de algodón.

40

El documento US 2016/369456 A1 se refiere a métodos y sistemas para procesar materiales que contienen celulosa y aislar moléculas de celulosa. Se divulga un proceso de múltiples pasos en el que el material de alimentación que contiene celulosa es sometido a uno o más pasos de pretratamiento, seguido de un tratamiento de reducción a pulpa, para aislar moléculas de celulosa.

45 El documento WO 2013/124265 A1 divulga un método para la regeneración de materiales que contienen celulosa. La regeneración de celulosa comprende exponer el material que contiene celulosa a oxígeno o una mezcla de gases que comprende oxígeno, preferiblemente 0,6 MPa de oxígeno puro, junto con una solución acuosa alcalina a un pH de al menos 9 y una temperatura de al menos 20 °C, seguido por la adición de al menos un disolvente orgánico para precipitar la celulosa.

50 El documento US 2019/140245 A1 se refiere a métodos para reciclar fibras de algodón y poliéster a partir de residuos de textiles. Los métodos comprenden tratar el residuo de material textil en un reactor de agua subcrítica a una temperatura de aproximadamente 105 °C a 190 °C, una presión de aproximadamente 40 a 300 psi, o ambas durante aproximadamente 0 a 90 minutos. Cuando el material textil de partida es esencialmente 100 % textil de algodón, el método incluye depositar el material en un reactor de agua subcrítica a pH 2 a 4 usando, por ejemplo, de 0,05 % a 0,1 % (v/v) de ácido acético a una temperatura de 155 °C o 175 °C.

55

5 El documento WO 2020/013755 A1 divulga un proceso para la separación de la parte de celulosa de una composición de materia prima, en particular, un proceso que se integra en un proceso de fabricación alcalina de pulpa, como el proceso kraft. La composición de materia prima como parte del proceso kraft puede comprender una composición de polialgodón y una composición de lignocelulosa (por ejemplo, pulpa de madera), que es alimentada a un digestor junto con un "licor blanco" (una solución de hidróxido de sodio, sulfuro de sodio y carbonato de sodio) y normalmente es cocinada a una temperatura superior a 140 °C. El licor blanco gastado, conocido ahora como "licor negro", es enviado a recuperación química para reciclar los productos inorgánicos, en donde el material fundido de los productos inorgánicos es utilizado en la preparación de licor blanco fresco.

10 El documento US 2020/165747 A1 se refiere a un proceso para reciclar celulosa a partir de textiles que comprenden celulosa.

El documento US 2019/338466 A1 se refiere al campo de la regeneración de fibras de celulosa a partir residuos de textiles de algodón.

El documento CN 110106594 A se refiere a hilo de algodón regenerado multifuncional y a un método de fabricación del mismo.

15 El documento US 4270914 A se refiere a métodos para mercerizar celulosa como primer paso en el proceso de viscosa para producir rayón y otros filamentos derivados de celulosa.

El documento US 2007/167618 A1 está dirigido al reciclaje de cáustico y/o ácido procedente del pretratamiento de pulpas utilizadas en la fabricación de éster de celulosa.

20 El documento US 10501599 B2 se refiere a un sistema y método para reciclar los componentes del algodón y el poliéster de los textiles.

El documento EP 3670010 A1 se refiere a un método para reciclar una materia prima de celulosa a partir de residuos textiles mezclados que contienen al menos un componente de celulosa y al menos un componente de polímero sintético.

25 Persiste la necesidad de métodos adecuados que permitan el reciclaje de residuos de textiles en nuevos productos textiles de igual calidad. Además, sigue siendo necesario que dichos métodos se lleven a cabo de forma sostenible y amigable con el medio ambiente para que se pueda obtener un beneficio del reciclaje de dichos textiles. La presente invención fue desarrollada al menos con el propósito de abordar este problema y/o con el propósito de proporcionar una alternativa comercialmente útil.

Descripción de la invención

30 En un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para reciclar celulosa para su uso como materia prima de fibra textil, en donde el método comprende:

- (i) proporcionar una materia prima textil residual que comprende más del 50 % en peso de celulosa, en peso de la materia prima textil residual;
- 35 (ii) deshilachar la materia prima textil residual para proporcionar una materia prima textil residual deshilachada que comprende fibras que tienen una longitud de fibra inferior a 5 mm;
- (iii) mezclar la materia prima textil residual deshilachada con una solución acuosa alcalina que tiene un pH mayor que 11, para producir una primera mezcla;
- (iv) filtrar la primera mezcla para obtener una materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali;
- 40 (v) mezclar la materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali, con una solución acuosa ácida que tiene un pH menor que 5 para producir una segunda mezcla; y
- (vi) filtrar la segunda mezcla para obtener celulosa.

en donde la solución acuosa alcalina es una solución acuosa alcalina usada obtenida de la fabricación del proceso de viscosa y/o en donde la solución acuosa ácida es una solución acuosa ácida usada obtenida de la fabricación de pulpa de papel durante los pasos de blanqueo.

45 La presente divulgación será descrita ahora con más detalle. En los siguientes pasajes, se definen con más detalle diferentes aspectos/realizaciones de la divulgación. Cada aspecto/realización así definido puede ser combinado con cualquier otro aspecto/realización o aspectos/realizaciones a menos que se indique claramente lo contrario. En particular, cualquier rasgo indicado como preferido ventajoso puede ser combinado con cualquier otro rasgo o rasgos indicados como preferidos o ventajosos.

50 La presente invención se refiere a un método para reciclar residuos de celulosa textil. En particular, un método para reciclar celulosa para producir celulosa que luego sea adecuada para su uso como materia prima de fibras textiles. El método permite reciclar la celulosa que se encuentra en los residuos de textiles, por ejemplo como materiales puros y mixtos de algodón (por ejemplo, peinado y mezclilla), fibras de lyocell y viscosa/hilados/residuos de estopa (fallo de envoltura no estirada durante la regeneración de celulosa del hilador durante el proceso de viscosa). Específicamente,

el método descrito en el presente documento aísla celulosa de una materia prima de material que contiene celulosa (es decir, textiles). En el presente documento, el aislamiento de celulosa también es sinónimo de separar celulosa de los residuos de textiles o de producir celulosa. Como se describe en el presente documento, la celulosa permanece en estado sólido durante todo el proceso y es purificada mediante el tratamiento descrito en el presente documento, para producir la celulosa adecuada para su reutilización como materia prima de fibra textil.

La celulosa reciclada resultante puede ser incorporada a procesos estándar para producir una fibra textil. En particular, la celulosa producida mediante el método descrito en el presente documento puede ser usada en el proceso de viscosa para la producción de fibras de viscosa, un proceso bien conocido en la técnica. La celulosa en el proceso de viscosa proviene generalmente de árboles, donde los árboles son cortados en astillas de madera y son sometidos a una pulpa química. El proceso kraft de prehidrólisis es el método de fabricación de pulpa más destacado, aunque también se utilizan otros métodos de fabricación de pulpa química, como el proceso de sulfito.

Alternativamente, la celulosa puede ser utilizada como materia prima de fibra para el proceso de lyocell para la producción de fibras de lyocell. Este proceso también es bien conocido. El proceso de lyocell implica la disolución de celulosa en un disolvente (que es casi exclusivamente NMMO) para proporcionar el licor de recubrimiento. Luego se hilatura en seco bombeando la solución a través de hiladores hasta una brecha de aire, antes de un baño de coagulación a base de agua. El proceso de la viscosa implica xantación, que es la reacción de la celulosa alcalina con disulfuro de carbono (CS₂) para proporcionar el licor de recubrimiento. Luego se hilatura en húmedo a través de hiladores en un baño acuoso que contiene ácido sulfúrico y, frecuentemente, sulfato de sodio para una coagulación rápida y sulfato de zinc para entrecruzar las moléculas de celulosa. Las soluciones de hilatura conocidas consisten en agua, aproximadamente 1 % en peso de sulfato de zinc, aproximadamente 18 % en peso de sulfato de sodio, 10 % en peso de ácido sulfúrico y aproximadamente 2 % en peso de glucosa.

Otras terminologías son bien conocidas en la técnica y se refieren generalmente a la producción de fibras que contienen celulosa, que pueden denominarse "fibras de celulosa regenerada". Por ejemplo, el término rayón es usado frecuentemente de manera intercambiable con el término viscosa. Las fibras modales son fabricadas mediante el mismo proceso químico que las fibras de viscosa, pero son tratadas físicamente después de la producción de la fibra, tal como mediante un estiramiento adicional, para producir fibras con diferentes calidades de textura. Cupro o cupra se refiere a fibras de celulosa obtenidas a partir de soluciones preparadas disolviendo celulosa con reactivo de Schweizer ([Cu(NH₃)₄(H₂O)₂](OH)₂) y el licor de recubrimiento hilada en húmedo a través de hiladores en un baño acuoso que contiene ácido sulfúrico.

La celulosa reciclada y producida mediante el presente método puede ser usada entonces como único material que contiene celulosa, como materia prima de fibra textil, por ejemplo, en el proceso de viscosa para formar fibras de viscosa. Alternativamente, también se prefiere que la celulosa se combine con materiales de materia prima de celulosa estándar para el proceso de viscosa, preferiblemente pulpa de madera para disolver (que también puede denominarse como, o es conocida en la técnica como, pulpa de disolución o celulosa de disolución). Preferiblemente, la celulosa reciclada y producida mediante el presente método es usada en una materia prima de fibra textil, en una cantidad de al menos 20 % en peso de la materia prima de fibra textil, preferiblemente al menos 50 % en peso.

El método comprende proporcionar una materia prima textil residual que comprende más del 50 % en peso de celulosa en peso de la materia prima textil residual.

El material de materia prima textil residual puede incluir una amplia gama de materiales que contienen celulosa (materiales de celulosa). Estos incluyen residuos de pre- y posconsumo, restos de textiles y telas. Ventajosamente, la presente invención puede utilizar residuos previos y posteriores al consumo como materia prima que incluye restos de hilo, fibra y tela de la fabricación de textiles, junto con prendas usadas y desechadas para su reciclaje. Una ventaja particular de la presente invención es que los textiles reciclados pueden ser reciclados nuevamente. Por lo tanto, el material de materia prima puede comprender textiles obtenidos a partir de una materia prima de fibra textil producida mediante el método de la presente invención.

El material de materia prima puede ser sustancialmente homogéneo habiendo sido clasificado o derivado de una única fuente. El material de materia prima puede ser heterogéneo, tal como textiles para reciclar de residuos posconsumo. Tales textiles pueden ser clasificados un poco antes del reciclaje, utilizando el método divulgado en el presente documento. Por ejemplo, los materiales no fibrosos o no de celulosas (comúnmente botones y cremalleras) pueden ser retirados mecánicamente del material de materia prima, preferiblemente para proporcionar una materia prima sustancialmente fibrosa. El material de materia prima textil residual puede ser clasificado por el contenido de celulosa, para eliminar textiles con cantidades significativas de fibras que no son celulosa, para proporcionar una materia prima que tenga al menos 50 % en peso de celulosa. Por ejemplo, preferiblemente, los textiles que contienen lana son clasificados y separados. El material de materia prima puede estar coloreado y por lo tanto comprender uno o más tintes u otros acabados químicos. El material puede ser clasificado en grupos de similares color y/o intensidad de tinte. De manera similar, los textiles muy sucios pueden ser retirados y/o puede lavarse la materia prima, utilizando técnicas convencionales, antes de su uso en el método descrito en el presente documento.

Preferiblemente, la materia prima textil residual comprende más del 60 % en peso de celulosa, preferiblemente más del 70 % en peso de celulosa, más preferiblemente más del 75 % en peso de celulosa e incluso más preferiblemente

más del 80 % en peso de celulosa. Preferiblemente, la materia prima textil residual comprende además hasta 50 % en peso de uno o más de poliéster, poliamida y poliuretano. La materia prima textil residual que comprende hasta 30 % en peso de poliéster es particularmente preferida para el funcionamiento eficiente del proceso. También se prefiere que la materia prima textil residual consista esencialmente en celulosa y uno o más de poliéster, poliamida y poliuretano. Como se apreciará, la materia prima puede comprender tintes y/u otras impurezas junto con contaminantes inevitables que pueden resultar del hecho de que la materia prima textil sea una materia prima residual. Preferiblemente, el componente no fibroso de la materia prima es menos del 5 % en peso, preferiblemente menos del 3 % en peso, preferiblemente menos del 2 % en peso, preferiblemente menos del 1 % en peso.

Preferiblemente, la materia prima textil residual comprende hasta 40 % en peso de uno o más de poliéster, poliamida y poliuretano, preferiblemente hasta 30 % en peso, más preferiblemente hasta 20 % en peso e incluso más preferiblemente hasta 15 % en peso. Se prefiere particularmente que la materia prima textil residual comprenda al menos 5 % en peso de uno o más de poliéster, poliamida y poliuretano, dado que se ha encontrado que el método es particularmente adecuado para la regeneración de celulosa a partir de tales materias primas mezcladas. Más preferiblemente, la materia prima textil residual comprende al menos 10 % en peso de uno o más de poliéster, poliamida y poliuretano. Como se discutió anteriormente, se prefieren particularmente materias primas residuales que consisten esencialmente en celulosa y poliéster que opcionalmente pueden estar teñidas.

El método comprende entonces deshilar la materia prima textil residual para proporcionar una materia prima textil residual deshilachada que comprende fibras que tienen una longitud de fibra inferior a 5 mm.

El paso de deshilar los residuos de textiles puede ser llevado a cabo utilizando cualquier técnica convencional conocida en la técnica. Deshilar también puede referirse igualmente a picar, cortar, moler o pulverizar los residuos de textiles. La conversión en hilachas es realizada hasta conseguir una longitud de fibra inferior a 5 mm. La longitud de la fibra puede ser medida usando cualquier técnica convencional. Preferiblemente, la longitud de la fibra es medida de acuerdo con el método B de la norma ISO 6989:1981 (Fibras textiles. Determinación de la longitud y distribución de longitud de fibras cortadas (mediante medición de fibras individuales)).

Los presentes inventores han identificado que la longitud de fibra particularmente corta facilita el reciclaje de celulosa, mediante la combinación específica de pasos del método divulgados en el presente documento. En particular, la longitud de la fibra menor que 5 mm permite reciclar la celulosa de los textiles residual y usarla como materia prima de fibra textil para su posterior procesamiento, usando técnicas estándar para preparar fibras de celulosa regeneradas (por ejemplo, viscosa y/o lyocell), seguidas de hilos, telas y textiles y, en última instancia, prendas de vestir de consumo. Cualquiera de estos productos que comprende celulosa obtenida mediante el método divulgado en el presente documento puede reciclarse nuevamente mediante el método divulgado en el presente documento.

Preferiblemente, la materia prima textil residual deshilachada comprende fibras que tienen una longitud de fibra menor que 3 mm, más preferiblemente menor que 2 mm. Preferiblemente, la materia prima textil residual deshilachada comprende fibras que tienen una longitud de fibra de al menos 1 mm, por ejemplo, de 1 a 5 mm, preferiblemente de 1 a 3 mm, más preferiblemente de 1 a 2 mm.

Los inventores han encontrado, sin desear estar ligados a ninguna teoría, que la longitud de la fibra como se describe en el presente documento permite una mezcla mejorada de la celulosa reciclada resultante, con pulpa de madera en disolución para la fabricación posterior de la fibra (por ejemplo, el proceso de viscosa o lyocell). En particular, los inventores han encontrado que las longitudes de fibra evitan el bloqueo de la pantalla durante el prensado o el reemplazo del uso de pulpa de disolución de madera blanda, después del primer paso de remojo de la materia prima de fibra textil y disolución de la pulpa de madera en una solución acuosa alcalina. Al preparar lyocell mediante el proceso de lyocell, los inventores también se han dado cuenta de que las fibras más cortas proporcionan una ventaja al reducir la carga de la amasadora y mejorar disolución. Los inventores descubrieron que era necesario reducir la longitud de la fibra a menos de 5 mm, y más preferiblemente de 1 a 2 mm, para reducir la energía necesaria para el procesamiento posterior, que es vital para proporcionar un reciclaje y una fabricación ambientalmente sostenibles. Uno de los problemas con el reciclaje (que generalmente se aplica al reciclaje de cualquier material) es que existe un mayor coste asociado con el uso de una materia prima de material usado y el insumo adicional requerido para procesar materiales usados, en comparación con las materias primas frescas sobre las cuales se construye, desarrolla y optimiza una industria, sin tener en cuenta los flujos de reciclaje.

El método comprende además mezclar la materia prima textil residual deshilachada con una solución acuosa alcalina que tiene un pH superior a 11, para producir una primera mezcla. Como se describe en el presente documento, el componente de celulosa permanece en la fase sólida y, por lo tanto, la mezcla puede denominarse dispersión o suspensión, por ejemplo. Los inventores han encontrado que el presente método no requiere el uso de ningún catalizador de transferencia de fase y preferiblemente, el método no comprende el uso de un catalizador de transferencia de fase (por ejemplo, la solución acuosa alcalina preferiblemente no comprende un catalizador de transferencia de fase).

Una solución acuosa alcalina se refiere a una solución a base de agua, preferiblemente sustancialmente libre de disolventes orgánicos. Una solución alcalina se refiere a una solución que comprende iones hidróxido (OH⁻) que le dan

a la solución un pH superior a 7. Específicamente, la solución acuosa alcalina utilizada en los presentes métodos tiene un pH superior a 11, preferiblemente un pH superior a 12, más preferiblemente superior a 14.

5 Típicamente, la solución acuosa alcalina comprende hidróxido de metal alcalino, preferiblemente hidróxido de sodio y/o hidróxido de potasio. Preferiblemente, la solución acuosa alcalina comprende de 50 a 250 g/l de hidróxido de metal alcalino, preferiblemente de 100 a 240 g/l, más preferiblemente de 200 a 230 g/l, incluso más preferiblemente de 210 a 220 g/l. La concentración de álcali en g/l (gramos por litro) puede ser medida de acuerdo con SCAN-N 2:88. La concentración es dada en "gramos de hidróxido de sodio por litro", preferiblemente como una concentración de álcali eficaz.

10 A modo de ejemplo, cuando la solución acuosa alcalina es una solución de hidróxido de sodio, la solución comprende preferiblemente al menos 5 % en peso de NaOH en peso de la solución acuosa alcalina, preferiblemente más del 10 % en peso, más preferiblemente más del 15 % en peso. Aún más preferiblemente, la solución comprende aproximadamente 18 % en peso de NaOH, por ejemplo de 16 % en peso a 20 % en peso, o de 17 % en peso a 19 % en peso.

15 El paso de mezclar la materia prima textil residual deshilachada con la solución acuosa alcalina comprende preferiblemente mezclar a una temperatura de 75 °C a 110 °C, preferiblemente de 85 °C a 105 °C. Tal temperatura puede ser alcanzada después de haber mezclado inicialmente la materia prima y la solución alcalina, mediante calentamiento posterior. Alternativamente, la materia prima deshilachada puede ser añadida a una solución acuosa alcalina precalentada y puede mezclarse la mezcla. Preferiblemente, el paso de mezcla, en la medida en que la mezcla esté a la temperatura deseada, es llevado a cabo durante de 30 a 240 minutos, más preferiblemente de 60 a 120 minutos. Preferiblemente, el tiempo total de mezclado, es decir, a cualquier temperatura, no es mayor de 240 minutos, preferiblemente no mayor de 120 minutos. Preferiblemente, la mezcla se enfría a temperatura ambiente antes de filtrar la mezcla, por ejemplo aproximadamente 20 °C.

25 Los presentes inventores han encontrado que los tiempos y temperaturas de mezclado descritos en el presente documento permiten el reciclaje de celulosa a partir de materiales textiles residuales, sin una degradación indebida de las fibras de celulosa, lo cual es imperativo para el reciclaje de celulosa hasta dar textiles de calidad sustancialmente equivalente a la del textil fabricado originalmente. Temperaturas significativamente mayores requieren además un aporte de energía mucho mayor y, además, a temperaturas superiores a aproximadamente 105 °C, se requieren aparatos adecuados para evitar la ebullición y la evaporación de la solución, lo que da como resultado la generación de presiones que aumentan rápidamente. Por lo tanto, el método de la presente invención representa un proceso mucho más amigable con el medio ambiente que es favorecido por los consumidores.

30 Además, el presente método implica la mezcla de residuos de textiles deshilachados con una solución acuosa alcalina. De acuerdo con ello, el método no implica un paso previo de tratamiento químico de la materia prima textil residual, tal como un paso de degradación ácida. Tales pasos son conocidos en la técnica y dan como resultado la desintegración de la celulosa.

35 Los inventores han encontrado que la temperatura y el tiempo preferidos para mezclar la materia prima textil residual deshilachada con la solución acuosa alcalina como se describe en el presente documento, son particularmente adecuados cuando se combinan con el pH preferido de al menos 12, y aún más con un pH de al menos 14.

40 Los inventores han encontrado que la relación preferida entre materia prima textil residual deshilachada y solución acuosa alcalina, en peso, es de 1:5 a 1:40, preferiblemente de 1:7,5 a 1:30, más preferiblemente de 1:10 a 1: 20. En otras palabras, la materia prima textil residual deshilachada es añadida preferiblemente en una cantidad de al menos 2,5 % en peso, en peso de la solución acuosa alcalina, preferiblemente al menos 3,3 % en peso, más preferiblemente al menos 5 % en peso y/o como máximo 20 % en peso, preferiblemente como máximo 13,3 % en peso, más preferiblemente como máximo 10 % en peso.

45 El paso de mezclar el textil deshilachado con álcali da como resultado la desintegración de las fibras que no son de celulosa, entre otras impurezas contaminantes presentes en los textiles residual. En particular, los presentes inventores han encontrado que las condiciones del proceso descritas en el presente documento permiten la remoción de cera y otros contaminantes de la superficie de los textiles. El proceso sirve para reducir moderadamente la viscosidad de la celulosa.

50 Después de mezclar, el componente de celulosa de la materia prima textil residual deshilachada permanece en la fase sólida y puede ser filtrado de la solución acuosa alcalina, como se describe en el presente documento, habiendo disuelto la solución acuosa alcalina las impurezas contaminantes y las fibras que no son de celulosa. De acuerdo con ello, la presente invención es particularmente adecuada para reciclar mezclas de celulosa y poliéster, por ejemplo textiles descritos como polialgodón, que son mezclas de algodón y poliéster. La celulosa en fase sólida también puede ser denominada celulosa o pulpa de celulosa.

55 En una realización particularmente preferida de la presente invención, la solución acuosa alcalina es una solución acuosa alcalina usada obtenida de la fabricación de viscosa.

5 Durante la fabricación de viscosa, en otras palabras, cuando se lleva a cabo el proceso de viscosa, el primer paso es el remojo (que puede ser denominado mercerización). La forma cristalina nativa de la celulosa es denominada celulosa I y puede ser extraída de la madera y el algodón. En la celulosa I, las cadenas de celulosa están alineadas de modo paralelo entre sí, con los extremos reductores apuntando en la misma dirección. La celulosa II es la forma cristalina de la celulosa regenerada. La transformación de celulosa I a celulosa II puede ser iniciada mediante remojo en álcali concentrado, por lo que la celulosa II comprende cadenas de celulosa alineadas de modo antiparalelo entre sí, de lo que se sabe que proporciona uniones de hidrógeno intermoleculares mejoradas y, por lo tanto, es la forma termodinámicamente estable.

10 El remojo de celulosa en álcali da lugar a celulosa alcalina (o celulosa sódica) que luego puede hacerse reaccionar con disulfuro de carbono para formar el xantato. Antes de la adición de CS₂, primero se filtra la solución acuosa alcalina de la celulosa alcalina, por ejemplo comprimiendo la mezcla. Los inventores han encontrado que el uso de esta solución alcalina usada, filtrada de la celulosa remojada es particularmente preferido en el presente método. La solución acuosa alcalina usada típicamente también es una solución de hidróxido de sodio en las concentraciones descritas anteriormente, aunque además comprende diversos subproductos del remojo de pulpa de madera. No
15 menos importante, la solución acuosa alcalina usada comprende hemicelulosas disueltas, habiéndose hinchado la celulosa mediante el remojo/mercerización, pero sin disolverse. De acuerdo con ello, también se puede decir que se prefiere que la solución acuosa alcalina utilizada en la presente invención sea una solución de remojo residual, una solución de remojo reciclada, lejía de remojo reciclada o similares.

20 Los presentes inventores han encontrado que el uso de dicha solución acuosa alcalina, en combinación con los otros pasos descritos en el presente documento, particularmente cuando la materia prima textil residual deshilachada que comprende fibras que tienen una longitud menor que 5 mm es mezclada con la solución usada, a las temperaturas y/o tiempos preferidos, la solución acuosa alcalina reciclada del proceso de viscosa permite el reciclaje de textiles residuales que comprenden al menos 50 % en peso de celulosa. Específicamente, la celulosa reciclada tiene una calidad suficiente para permitir la producción de fibras, hilos y textiles como nuevos. Como se notará, el reciclaje de una solución gastada de otro modo, mejora la eficiencia global del procesamiento total. Como es común en la técnica, el álcali puede ser recuperado en última instancia de la solución alcalina gastada, usando procesos que requieren más energía para retirar el agua y degradar los componentes orgánicos, dejando un residuo inorgánico a partir del cual se puede preparar una solución alcalina fresca.

30 El método comprende además un paso de filtración de la primera mezcla, para obtener una materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali. La materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali es la fase sólida de la primera mezcla, y la filtración separa la fase sólida de la fase líquida alcalina. La filtración puede ser llevada a cabo usando técnicas de filtración convencionales que pueden incluir el uso de presión positiva y/o vacío. En una realización preferida, la filtración es realizada comprimiendo, para retirar el exceso de fase líquida.

35 Preferiblemente, el método comprende además un paso de lavado de la materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali, preferiblemente a un pH de 7 a 8.

El paso de filtración puede ser llevado a cabo de modo sustancialmente simultáneo, de manera que el método comprenda filtrar la primera mezcla y lavar la materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali. Los lavados son filtrados igualmente de la fase sólida y pueden ser repetidos, de acuerdo con se desee para lograr un pH de la materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali de 6,5 a 8,5, preferiblemente de 7 a 8.

40 Preferiblemente, como disolvente de lavado se puede usar agua que tenga un pH sustancialmente neutro de aproximadamente 7, aunque se pueden usar otros disolventes de lavado que sean débilmente ácidos (por ejemplo, un pH de aproximadamente 5 a aproximadamente 7).

Preferiblemente, el método comprende además una paso de deshilachamiento del producto filtrado, para facilitar el paso de mezclado posterior con la solución acuosa ácida.

45 El método comprende entonces mezclar la materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali, con una solución acuosa ácida que tiene un pH inferior a 5 para producir una segunda mezcla. Preferiblemente, la solución acuosa ácida tiene un pH inferior a 4 y/o al menos 1, preferiblemente al menos 2. De acuerdo con ello, el pH de la solución acuosa ácida puede ser preferiblemente de 1 a 5, de 1 a 4, de 2 a 5 o preferiblemente de 2 a 4.

50 Las soluciones ácidas acuosas comúnmente disponibles que se prefieren incluyen ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido sulfúrico, ácido fórmico, ácido acético y ácido benzoico. Se prefieren ácido sulfúrico y/o ácido clorhídrico acuosos, siendo particularmente preferido ácido sulfúrico.

55 Preferiblemente, la concentración de ácido en la solución acuosa (es decir, agua como disolvente, de modo preferido sustancialmente libre de disolventes orgánicos), es al menos 0,5 % en peso, preferiblemente aproximadamente 1 % en peso del peso de la solución acuosa ácida y/o como máximo 5 % en peso, preferiblemente como máximo 3 % en peso, preferiblemente como máximo 2 % en peso, por ejemplo de 0,5 % en peso a 2 % en peso o de 0,5 % en peso a 1,5 % en peso.

Preferiblemente, la mezcla de la materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali, con la solución acuosa ácida comprende mezclar a una temperatura de hasta 80 °C, preferiblemente hasta 60 °C, y/o a una temperatura de al menos 30 °C. Por ejemplo, se prefiere que la temperatura sea desde temperatura ambiente hasta 80 °C, que puede considerarse de 20 °C a 80 °C. Preferiblemente, la temperatura es de 20 °C a 60 °C.

- 5 Preferiblemente, la mezcla de la materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali, con la solución acuosa ácida es llevada a cabo durante de 15 a 90 minutos, preferiblemente de 30 a 90 minutos, más preferiblemente de 30 a 60 minutos.

10 Los inventores han encontrado que las temperaturas y tiempos de mezclado preferidos, como se describen en el presente documento, particularmente en combinación con las temperaturas y tiempos preferidos para el mezclado con álcali, permiten la producción de celulosa a partir de textiles reciclados adecuados para su reutilización como materia prima de fibra textil. Los inventores han encontrado que las realizaciones preferidas descritas en el presente documento son notablemente ventajosas cuando se utiliza una materia prima de celulosa que ha sido deshilachada hasta una longitud de fibra menor que 5 mm. Los inventores han encontrado que el tratamiento ácido de la materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali reduce ventajosamente la viscosidad de la pulpa de celulosa, elimina las sustancias sobrantes que se transfieren del tratamiento con álcali y también aumenta el brillo, lo que permite el reciclaje continuo de las fibras de celulosa. También se ha encontrado que esta paso facilita la disolución de productos de poliéster degradados que permanecen adheridos a la pulpa de celulosa sólida (es decir, la materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali filtrada).

20 Preferiblemente, la solución acuosa ácida comprende un oxidante, preferiblemente en donde el oxidante está libre de cloro elemental (ECF) y es preferiblemente uno o más seleccionados del grupo que consiste en peróxido de hidrógeno, ácido peracético, peróxido de benzoílo, ozono, cloramina, dióxido de cloro y sales de metal alcalino de peróxido, perborato, percarbonato, persulfato, permanganato, ditionito e hipoclorito, preferiblemente en donde el oxidante es uno o más de dióxido de cloro e hipoclorito de sodio.

25 Se prefiere la adición de un oxidante a la solución acuosa ácida, cuando la materia prima textil residual comprende textiles teñidos. El oxidante puede ser seleccionado para blanquear el tinte, con el fin de proporcionar un producto de color blanco para su posterior reutilización como materia prima de fibra textil.

30 A modo de ejemplo, se añade preferiblemente dióxido de cloro (ClO_2) como oxidante, particularmente para textiles moderadamente teñidos, y se puede agregar en una cantidad de 5 a 50 kg/t (es decir, consumo de ClO_2 por tonelada de pulpa reciclada), preferiblemente de 10 a 30 kg/t. Alternativamente, se añade preferiblemente hipoclorito de sodio (NaClO) como oxidante, particularmente para textiles fuertemente teñidos. Preferiblemente, NaClO que es añadido en una cantidad de al menos 0,1 g/l, preferiblemente al menos 0,2 g/l y/o hasta 5 g/l, preferiblemente hasta 2 g/l, por ejemplo aproximadamente 0,5 g/l.

35 Los inventores han encontrado que la relación preferida entre la materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali y la solución acuosa ácida, en peso, es de 1:5 a 1:40, preferiblemente de 1:7,5 a 1:30, más preferiblemente de 1:10 a 1:20. En otras palabras, la materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali es añadida preferiblemente en una cantidad de al menos 2,5 % en peso, en peso de la solución acuosa ácida, preferiblemente al menos 3,3 % en peso, más preferiblemente al menos 5 % en peso y/o como máximo 20 % en peso, preferiblemente como máximo 13,3 % en peso, más preferiblemente como máximo 10 % en peso.

40 En una realización particularmente preferida del presente método, la solución acuosa ácida es una solución acuosa ácida usada obtenida de la fabricación de pulpa de papel.

45 Durante la fabricación de pulpa de papel, es decir, cuando se produce papel a partir de pulpa de madera, la pulpa de madera es blanqueada utilizando una solución acuosa de ácido sulfúrico (H_2SO_4), que comprende un oxidante durante los pasos D0/D1/D2 de blanqueo. El paso de blanqueo en la producción de pulpa de papel sirve para extraer más lignina que puede permanecer en la pulpa de madera durante los pasos de procesamiento de la pulpa de papel. De acuerdo con ello, la solución acuosa ácida usada reciclada obtenida de la fabricación de papel comprende componentes adicionales tales como lignina, y los presentes inventores se sorprendieron al encontrar que, como el vapor residual del procesamiento del papel, que de otro modo se envía para el tratamiento de efluentes, puede ser utilizada en el método descrito en el presente documento, minimizando por ello el consumo general de energía y materia prima, proporcionando un proceso más económico y amigable con el medio ambiente.

50 El método comprende además filtrar la segunda mezcla para obtener celulosa. Este segundo paso de filtración puede ser llevado a cabo sustancialmente de la misma manera que el primer paso de filtración descrito en el presente documento, y proporciona el producto de celulosa reciclado y regenerado que es adecuado para su uso como materia prima de fibra textil. De manera similar, el método comprende preferiblemente además lavar la celulosa, preferiblemente a un pH de 6 a 8. Preferiblemente, como disolvente de lavado se puede usar agua que tenga un pH sustancialmente neutro de aproximadamente 7, aunque se pueden usar otros disolventes de lavado que sean débilmente alcalinos (por ejemplo, un pH de hasta aproximadamente 8).

Ventajosamente, los inventores han descubierto que el presente método proporciona un producto de celulosa reciclada que tiene una viscosidad de 400 a 600 ml/g medida de acuerdo con la norma ISO 5351:2010. Además, el producto resultante alcanza ventajosamente un brillo superior al 89 % medido de acuerdo con la norma ISO 2470-1:2016.

5 De acuerdo con ello, en vista de lo anterior, las realizaciones particularmente preferidas del método aquí descrito comprenden:

- (i) proporcionar una materia prima textil residual que comprende más del 80 % en peso de celulosa y al menos 5 % en peso de uno o más de poliéster, poliamida y poliuretano, cada uno en peso de la materia prima textil residual;
- (ii) deshilachar la materia prima textil residual para proporcionar una materia prima textil residual deshilachada que comprende fibras que tienen una longitud de fibra de 1 a 2 mm;
- 10 (iii) mezclar la materia prima textil residual deshilachada con una solución acuosa alcalina que tiene un pH mayor que 12 a una temperatura de al menos 75 °C durante de 60 a 120 minutos para producir una primera mezcla;
- (iv) filtrar la primera mezcla para obtener una materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali;
- (v) mezclar la materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali, con una solución acuosa ácida que tiene un pH de 2 a 4 para producir una segunda mezcla; y
- 15 (vi) filtrar la segunda mezcla para obtener celulosa.

Otra realización preferida comprende:

- (i) proporcionar una materia prima textil residual que comprende más del 50 % en peso de celulosa (preferiblemente más del 80 % en peso) y del 5 % en peso al 50 % en peso de poliéster (preferiblemente del 5 % en peso al 20 % en peso), cada uno en peso de la materia prima textil residual ;
- 20 (ii) deshilachar la materia prima textil residual para proporcionar una materia prima textil residual deshilachada que comprende fibras que tienen una longitud de fibra de 1 a 2 mm;
- (iii) mezclar la materia prima textil residual deshilachada con una solución acuosa alcalina que tiene un pH mayor que 14 a una temperatura de 85 °C a 105 °C durante de 60 a 120 minutos para producir una primera mezcla;
- (iv) filtrar la primera mezcla para obtener una materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali;
- 25 (v) mezclar la materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali, con una solución acuosa ácida que tiene un pH de 2 a 4 a una temperatura de hasta 50 °C durante de 30 a 60 minutos para producir una segunda mezcla; y
- (vi) filtrar la segunda mezcla para obtener celulosa;

en donde la solución acuosa alcalina es una solución acuosa de hidróxido de sodio usada obtenida de la fabricación de viscosa (por ejemplo, obtenida como una corriente residual de, por ejemplo, un paso de remojo), y/o

30 en donde la solución acuosa de ácido es una solución acuosa de ácido sulfúrico usada obtenida de la fabricación de pulpa de papel (por ejemplo, obtenida como una corriente residual de, por ejemplo, un paso de blanqueo).

Se prefiere particularmente que se utilicen tanto la solución acuosa alcalina como la solución acuosa ácida y que se obtengan soluciones recicladas de la producción de viscosa y pulpa de papel, respectivamente.

35 Igualmente, cuando la materia prima textil residual deshilachada comprende tintes, la solución acuosa ácida de estas realizaciones preferidas comprende además preferiblemente un oxidante como se describe en el presente documento. Se puede añadir un oxidante a la solución acuosa ácida cuando se recicla de la fabricación de pulpa de papel.

También se describe en el presente documento el uso de una solución acuosa alcalina usada, para reciclar celulosa en donde la solución acuosa alcalina usada es obtenida a partir del proceso de fabricación de viscosa.

40 Si bien se sabe que las soluciones de remojo pueden ser usadas y recicladas dentro del proceso de viscosa, se sabe que finalmente el álcali tiene que ser recuperado de la solución de remojo alcalina acuosa gastada usando un proceso que consume relativamente mucha energía. Los presentes inventores han identificado un uso directo adicional para un subproducto del proceso de fabricación de viscosa que de otro modo sería costoso, reduciendo así el impacto ambiental del reciclaje de celulosa para la fabricación de fibras textiles cortadas.

45 También se describe en el presente documento el uso de una solución acuosa ácida usada, para reciclar celulosa en donde la solución acuosa ácida usada es obtenida de la fabricación de pulpa de papel. Igualmente, los presentes inventores han encontrado un uso para una corriente de residuos que de otro modo sería indeseable y que requiere tiempo y energía para procesarse de una manera respetuosa con el medio ambiente, a fin de lograr una fabricación sostenible. El uso actualmente divulgado permite una reducción en el coste general de la integración o combinación de la fabricación de pulpa de papel y el reciclaje textil y, por lo tanto, una reducción en el uso general de energía y materias primas junto con una reducción de los residuos y las emisiones del procesamiento.

En particular, la presente divulgación permite una reducción general en el consumo total de agua (es decir, el consumo de agua dulce) de la producción combinada de reciclaje textil y fibra textil y/o fabricación de pulpa de papel, reduciendo así los impactos ambientales, sobre los métodos conocidos.

55 Aún en un aspecto adicional, se proporciona un método de fabricación de viscosa que comprende el método descrito en el presente documento. En particular, el método de fabricación de viscosa comprende el uso de celulosa obtenida

mediante el método descrito en el presente documento, como una materia prima de fibra textil. Preferiblemente, el método comprende mezclar la celulosa con pulpa de madera en disolución para proporcionar la materia prima de fibra textil para el método de fabricación de viscosa. Los otros pasos de procesamiento de viscosa pueden ser equivalentes a los conocidos en la técnica, produciendo así una fibra textil reciclada, que luego puede usarse para fabricar hilos y textiles.

En otro aspecto, se proporciona un método de fabricación de lyocell, que comprende el método descrito en el presente documento. En particular, el método de fabricación de lyocell comprende el uso de celulosa obtenida con el método descrito en el presente documento, como materia prima de fibra textil. La celulosa puede ser utilizada directamente como una materia prima de fibra textil en un proceso de lyocell conocido. Por ejemplo, la celulosa reciclada y pura pueden ser disueltas en NMMO con amasado antes de que el licor de recubrimiento resultante sea hilado usando técnicas convencionales.

También se describe en el presente documento un sistema para reciclar simultáneamente celulosa a partir de materias primas textiles residuales, fabricación de viscosa y/o fabricación pulpa de papel, en donde el sistema comprende aparatos para la fabricación de viscosa y/o pulpa de papel y aparatos para reciclar celulosa, en donde los aparatos están en comunicación fluida. En otras palabras, el sistema es una combinación de maquinaria y aparatos convencionales, por ejemplo plantas de producción/plantas de fabricación a gran escala, en donde el aparato para reciclar residuos de textiles está en comunicación fluida con uno o ambos aparatos para fabricar viscosa y fabricar pulpa de papel. Es decir, el sistema permite la fabricación de pulpa de papel y/o viscosa utilizando técnicas y aparatos de producción estándar, en donde el aparato para remojar viscosa es suministrado en comunicación fluida con el aparato para el paso de mezcla de materia prima textil residual deshilachada como se describe en el presente documento. Alternativa, y preferiblemente además, el aparato para el blanqueo de papel es suministrado en comunicación fluida con el aparato para el paso de mezcla de la materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali.

De acuerdo con ello, el sistema, como se describe en el presente documento, permite la producción simultánea y sinérgica de celulosa reciclada adecuada como materia prima de fibra textil, junto con una o ambas de fibra de viscosa y pulpa de papel, el efluente de la producción de viscosa y/o pulpa de papel puede ser alimentado directamente al aparato para reciclar residuos de textiles.

En consecuencia, la presente invención también proporciona, en un aspecto adicional, un método para reciclar y regenerar celulosa simultáneamente y fabricar viscosa y/o pulpa de papel, en donde el subproducto de la solución de remojo (la solución acuosa alcalina) de la fabricación de viscosa es utilizado en el reciclaje y regeneración de la celulosa a partir de residuos de textiles y/o en donde el subproducto de la solución blanqueadora (la solución acuosa ácida) de la fabricación de papel es utilizado en el reciclaje y regeneración de la celulosa, a partir de residuos de textiles.

Como se analizó anteriormente, el reciclaje de corrientes de efluentes de una corriente de proceso típica había permitido una mejora general en la eficiencia de los procesos combinados, preferiblemente todos los de reciclaje de celulosa, fabricación de viscosa y de pulpa de papel. En particular, se reduce la dependencia de materias primas frescas junto con una reducción en la dependencia de agua dulce, reduciendo así el impacto ambiental de las emisiones y los productos residuales de la combinación de procesos.

Figuras

La presente invención será descrita ahora con más detalle con referencia a las siguientes figuras no limitantes, en las que:

La Figura 1 ilustra una realización del método de la presente invención.

La Figura 2 muestra el producto de celulosa de los Ejemplos en diversos pasos de reciclaje mediante el método de la presente invención.

Como se muestra en la Figura 1, existe un primer paso A de suministro de residuos de textiles. Puede tratarse de residuos de prendas de vestir postconsumo que se han recogido en puntos de reciclaje de textiles. Esto también se puede combinar con residuos textiles preconsumo, como restos de tela de fabricantes de prendas de vestir. La materia prima textil residual, por ejemplo una mezcla blanca de algodón y 50 % en peso de poliéster, es limpiada luego en el paso B, por ejemplo es lavada para retirar los contaminantes orgánicos del textil. El paso de la limpieza también comprende clasificar la materia prima textil residual, ya sea antes o después, para retirar mecánicamente contaminantes no fibrosos tales como metales, plásticos (por ejemplo, cremalleras y botones). Los textiles también pueden ser clasificados por color y concentración de tinte, en materias primas que están sustancialmente libres de tinte (es decir, blancas) y aquellas que son textiles teñidos moderada y intensamente.

El paso C comprende deshilachar una corriente de materia prima textil residual clasificada. Los textiles se deshilachan hasta obtener una longitud de fibra de 1 a 2 mm. La materia prima textil residual deshilachada es añadida a una solución acuosa de hidróxido de sodio con una concentración de aproximadamente el 18 % en peso (es decir, pH superior a 14) a una temperatura ambiente de aproximadamente 20 °C, con agitación para dispersar el textil

deshilachado en la solución. La solución alcalina es una solución alcalina reciclada obtenida del procesamiento de viscosa, específicamente es una lejía de remojo usada. Luego, la mezcla es calentada a aproximadamente 85 °C a 105 °C durante un tiempo total de 1 a 2 horas, completando el paso D de tratamiento alcalino.

- 5 A continuación, se lava con agua la mezcla y se comprime en el paso E hasta que la pulpa de celulosa tenga un pH de aproximadamente 7 a aproximadamente 8. La materia prima textil deshilachada tratada con álcali (la pulpa de celulosa) es tratada con una solución acuosa ácida en el paso F. Específicamente, la solución ácida es una solución ácida reciclada, obtenida como una corriente residual del blanqueo del papel durante la fabricación del papel. La solución acuosa ácida comprende 1 % en peso de H₂SO₄, se ajusta el pH de 2 a 4 y luego se mezcla la segunda mezcla hasta 80 °C, por ejemplo a una temperatura ambiente de aproximadamente 20 °C, durante de 30 a 60 minutos.
- 10 A continuación, se lava con agua la mezcla y se comprime en el paso G hasta que la pulpa de celulosa tenga un pH neutro de aproximadamente 6 a aproximadamente 8. El producto H final tiene una viscosidad de 400 a 600 ml/g y un brillo superior al 89 %.

Ejemplos

a) Materiales y productos químicos:

- 15 i) Residuos de textiles con 100 % algodón (denim/peinado) o hasta 50 % de mezclas de poliéster (blanco/color con tinte débil, intermedio y fuerte)
- ii) Efluente alcalino (lejía de remojo reciclada) del proceso de alcalinización de la viscosa (18 % en peso de NaOH; 216 a 220 g/l)
- iii) Efluente ácido (ácido reciclado) del proceso de blanqueo de pulpa de papel (1 % en peso de H₂SO₄)

20 b) Metodología:

- Tratamiento alcalino:

Se colocó 1 kg de residuos de textiles (deshilachados y pulverizados hasta obtener una longitud de fibra de 1 a 2 mm) secados en horno (OD), en un recipiente del reactor con 19 kg de lejía de remojo reciclada. El tratamiento alcalino fue conducido a 85 a 105 °C durante 60 a 120 minutos.

- 1er lavado:

Después del tratamiento con álcali, se lavó y filtró la muestra.

- Tratamiento ácido:

A los residuos textiles tratados con álcali se les agregaron 19 kg de solución ácida del paso de blanqueo de pulpa (pH 2 a 4).

- 30 i) Color blanco/ color (tinte débil)

El tratamiento con ácido fue realizado a temperatura ambiente hasta 60 °C durante 30 a 60 minutos.

- ii) Color (tinte intermedio)

Se realizó el tratamiento ácido con 20 kg/t ClO₂ a temperatura ambiente hasta 50 °C durante 30 a 90 minutos.

- iii) Color (tinte fuerte)

- 35 El tratamiento ácido fue realizado a temperatura ambiente hasta 50 °C durante 30 a 90 minutos seguido del tratamiento con 1,0 g/l de NaClO después de ajustar el pH a 5,5 a 6,5 con NaOH.

- 2º lavado

Después del tratamiento ácido o del blanqueo, los residuos de textiles tratados fueron lavados (a un pH de 7 a 8).

- 40 La especificación final de los residuos de textiles reciclados es una viscosidad de 400 a 600 ml/g y un brillo ISO de más de 89 %. Los productos resultantes se muestran en la Figura 2. De izquierda a derecha, la Figura 2 muestra la materia prima textil residual inicial, la materia prima textil residual deshilachada, la pulpa tratada con álcali lavada y filtrada y la pulpa final tratada con ácido lavada y filtrada, como producto final de celulosa reciclada.

- 45 Como se usa en este documento, la forma singular de "un", "uno/a" y "el/la" incluye referencias en plural, a menos que el contexto claramente dicte lo contrario. Se pretende que el uso del término "que comprende" sea interpretado como incluyente de tales rasgos, pero no excluya otros rasgos y también se pretende que incluya la opción de que los rasgos se limiten necesariamente a los descritos. En otras palabras, el término también incluye las limitaciones de "que

5 consiste esencialmente en" (con la intención de significar que pueden estar presentes componentes adicionales específicos, siempre que no afecten materialmente la característica esencial del rasgo descrito) y "que consiste en" (con la intención de significar que no se puede incluir ningún otro rasgo, tal que si los componentes se expresaran como porcentajes por sus proporciones, estas sumarían 100 %, teniendo en cuenta cualquier impureza inevitable), a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

10 La descripción detallada anterior ha sido proporcionada a modo de explicación e ilustración, y no pretende limitar el alcance de las reivindicaciones adjuntas. Muchas variaciones de las realizaciones actualmente preferidas ilustradas en el presente documento serán evidentes para alguien de destreza ordinaria en la técnica y permanecen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 1) Un método para reciclar celulosa para su uso como materia prima de fibra textil, en donde el método comprende:
- (i) proporcionar una materia prima textil residual que comprende más del 50 % en peso de celulosa, en peso de la materia prima textil residual;
- 5 (ii) deshilachar la materia prima textil residual para proporcionar una materia prima textil residual deshilachada que comprende fibras que tienen una longitud de fibra inferior a 5 mm;
- (iii) mezclar la materia prima textil residual deshilachada con una solución acuosa alcalina que tiene un pH mayor que 11, para producir una primera mezcla;
- (iv) filtrar la primera mezcla para obtener una materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali;
- 10 (v) mezclar la materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali, con una solución acuosa ácida que tiene un pH menor que 5 para producir una segunda mezcla; y
- (vi) filtrar la segunda mezcla para obtener celulosa
- en donde la solución acuosa alcalina es una solución acuosa alcalina usada obtenida de la fabricación del proceso de viscosa y/o en donde la solución acuosa ácida es una solución acuosa ácida usada, obtenida de la fabricación de pulpa de papel durante los pasos de blanqueo.
- 15
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la materia prima textil residual comprende más del 70 % en peso de celulosa, preferiblemente más del 75 % en peso de celulosa, y/o en el que la materia prima textil residual comprende además hasta el 50 % en peso de uno o más de poliéster, poliamida y poliuretano, preferiblemente poliéster.
- 20
3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en donde la materia prima textil residual comprende hasta un 30 % en peso de uno o más de poliéster, poliamida y poliuretano, preferiblemente hasta un 20 % en peso, preferiblemente hasta 15 % en peso, y/o la materia prima textil residual comprende al menos 5 % en peso de uno o más de poliéster, poliamida y poliuretano, preferiblemente al menos 10 % en peso.
- 25
4. El método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde la materia prima textil residual deshilachada comprende fibras que tienen una longitud de fibra menor que 3 mm, preferiblemente menor que 2 mm, y/o la materia prima textil residual deshilachada comprende fibras que tienen una longitud de fibra de al menos 1 mm.
5. El método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde la solución acuosa alcalina tiene un pH superior a 12, preferiblemente superior a 14,, y/o en donde la solución acuosa ácida tiene un pH inferior a 4 y/o al menos 1, preferiblemente por lo menos 2.
- 30
6. El método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde la solución acuosa alcalina comprende hidróxido de metal alcalino, preferiblemente hidróxido de sodio y/o hidróxido de potasio, y/o preferiblemente en donde la solución acuosa alcalina comprende de 50 a 250 g/L de hidróxido de metal alcalino, preferiblemente de 100 a 240 g/L, preferiblemente de 200 a 230 g/L, preferiblemente de 210 a 220 g/L.
- 35
7. El método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde el paso (iii) de mezclar la materia prima textil residual deshilachada con la solución acuosa alcalina comprende mezclar a una temperatura de 75 °C a 110 °C, preferiblemente de 85 °C a 105 °C, y/o en donde el paso (iii) de mezclar la materia prima textil residual deshilachada con la solución acuosa alcalina es llevado a cabo durante de 60 a 120 minutos.
- 40
8. El método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde el paso (v) de mezclar la materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali con la solución acuosa ácida es llevado a cabo durante de 30 a 60 minutos y/o comprende mezclar a una temperatura de hasta 80 °C, preferiblemente hasta 60 °C, y/o a una temperatura de al menos 30 °C.
- 45
9. El método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde la solución acuosa ácida comprende un oxidante, preferiblemente en donde el oxidante es uno o más seleccionado del grupo que consiste en peróxido de hidrógeno, ácido peracético, peróxido de benzoílo, ozono, cloramina, dióxido de cloro y sales de metal alcalino de peróxido, perborato, percarbonato, persulfato, permanganato, ditionito e hipoclorito, preferiblemente en donde el oxidante es uno o más de dióxido de cloro e hipoclorito de sodio.
- 50
10. El método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde el método comprende además un paso de lavado de la materia prima textil residual deshilachada tratada con álcali, preferiblemente hasta un pH de 7 a 8, y/o en donde el método comprende además un paso de lavado de la celulosa, preferiblemente hasta un pH de 6 a 8.
11. Un método para fabricar fibras textiles de viscosa o lyocell, en donde la celulosa obtenida mediante el método de cualquier reivindicación precedente es utilizada como materia prima de fibra textil.

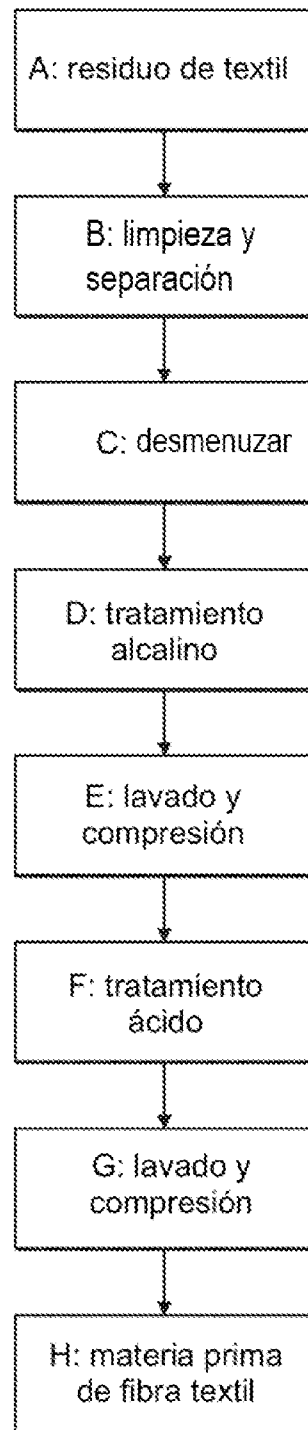


FIG. 1

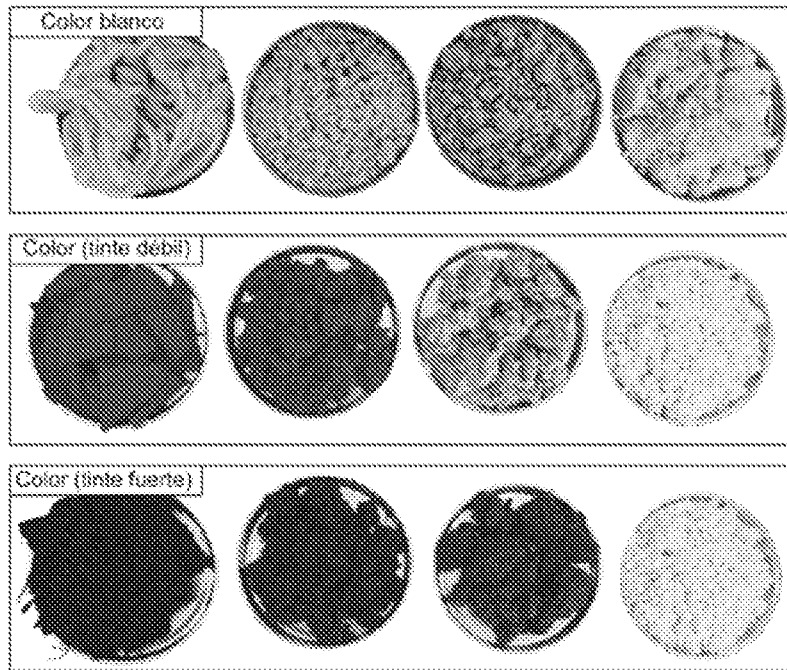


FIG. 2