

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 979 979**

51 Int. Cl.:

E04B 1/78 (2006.01)

E04B 1/94 (2006.01)

E04B 2/02 (2006.01)

D21C 5/02 (2006.01)

D21C 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.11.2018 PCT/US2018/063244**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.06.2019 WO19108893**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2018 E 18883472 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2024 EP 3717712**

54 Título: **Método para fabricar materiales retardantes del fuego y productos relacionados**

30 Prioridad:

30.11.2017 US 201762592994 P

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

27.09.2024

73 Titular/es:

CLEANFIBER INC. (100.0%)

250 Lake Avenue

Blasdell, NY 14219, US

72 Inventor/es:

STRIMLING, JONATHAN;

BRANDSTEIN, MARK y

FISCHER, CURTIS

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 979 979 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para fabricar materiales retardantes del fuego y productos relacionados

5 **Antecedentes de la invención****1. Campo de la invención**

10 La presente invención se refiere a la fabricación de materiales retardantes del fuego. Más particularmente, la presente invención se refiere a la fabricación de un aislamiento retardante del fuego insuflado *in situ*. Aún más particularmente, la presente invención se refiere a un aislamiento insuflado *in situ* fabricado con material celulósico tratado para que sea retardante del fuego.

15 **2. Descripción del estado de la técnica**

El aislamiento se utiliza ampliamente para el control térmico pasivo en un amplio intervalo de aplicaciones, siendo el aislamiento de edificios una aplicación particularmente sustancial. La fibra de vidrio inorgánica ha sido el tipo de material más común usado para producir aislamiento. El aislamiento de fibra de vidrio se suministra en forma de manta y fibra soplada, y el grosor, la densidad y la estructura de la fibra de la manta o del relleno de fibra soplada son determinantes de la eficacia del aislamiento, junto con el método de instalación, que también afecta a la eficacia.

20 Las preocupaciones más allá del desempeño efectivo *in situ* (instalada) de la fibra de vidrio, así como las limitadas características retardantes del fuego y las características ambientales del producto, que están reguladas por las normas federales nacionales toxicológicas, han suscitado preocupaciones públicas y gubernamentales sobre su uso continuado como producto de aislamiento térmico. El aislamiento de celulosa orgánica se ha considerado como un tipo de alternativa a la fibra de vidrio, y puede ser deseable para ese fin, especialmente por su idoneidad ambiental y eficiencia térmica. Algunos aislamientos de celulosa se fabrican de materia prima reciclada, siendo el papel de periódico reciclado la materia prima principal. Se ha considerado que otros tipos de materiales, tales como cartón, restos de madera de construcción, y similares, aumentan el volumen de materia prima disponible para producir un
25 aislamiento a base de celulosa.

El aislamiento de celulosa se fabrica en parte mediante el uso de la maquinaria y los métodos de fabricación de papel existentes. Específicamente, la materia prima de celulosa en forma de papel usado, normalmente en forma de periódico impreso, se muele, pica o, de otro modo, se reduce mecánicamente en trozos pequeños. Con el fin de asegurar que el
35 aislamiento de celulosa cumpla con la norma de los retardantes del fuego, los trozos se mezclan con un producto químico retardante del fuego, que usualmente es un producto químico en forma de polvo (es decir, sólido). El polvo debe adherirse a las fibras, y los métodos existentes para adherir el polvo químico a la fibra, que pueden incluir el impacto mecánico y/o el uso de un aceite para mejorar la adherencia, tienen una eficacia limitada. Los ejemplos de dichos productos químicos retardantes del fuego incluyen ácido bórico, bórax, sulfato de amonio, fosfato monoamónico, fosfato de diamonio, tetraborato de sodio, sulfato ferroso, sulfato de zinc, sulfato de magnesio y mezclas de los mismos. A continuación, los trozos tratados se pueden fiberizar, esponjar o reducir su tamaño para reducir la densidad aparente total del aislamiento tratado, y mejorar su idoneidad para su introducción en la estructura que se va a aislar.

40 La adopción del aislamiento de celulosa como alternativa al aislamiento de fibra de vidrio ha sido limitada por varias razones. En primer lugar, el costo de fabricación ha limitado las aplicaciones en donde es económicamente competitivo. En segundo lugar, el material reciclado convencional utilizado como materia prima no es adecuado para producir suficiente material para satisfacer la demanda del mercado como sustituto de la fibra de vidrio. Además, el método de conversión de varios tipos de materia prima reciclada puede afectar significativamente al coste del procesamiento. En tercer lugar, el método de unión del material retardante del fuego a los trozos de celulosa requiere el uso de una cantidad considerable del material de
45 tratamiento. En el caso del material de tratamiento en polvo, existen desafíos para lograr que el material de tratamiento en polvo se adhiera a las fibras. A menudo se utiliza un exceso de material retardante del fuego, lo que puede provocar un exceso de polvo durante la instalación, así como un aumento de los costes de fabricación. Cuando los instaladores aplican el material en una obra de construcción, una parte de los retardantes del fuego se dispersa por el aire y puede convertirse en un irritante que también puede limitar la visibilidad.

50 Se han descrito y desarrollado varios productos y procesos relacionados para abordar las limitaciones percibidas en la fabricación de un material aislante celulósico viable. Las patentes de EE. UU. núms. US-5.534.301 y US-6.025.027 de Shutt, y las patentes de EE. UU. núms. US-4.386.119 y US-4.454.992 de Draganov, describen el uso de borato líquido para reducir la cantidad de borato necesaria para cubrir las fibras aislantes de celulosa. Sin embargo, los procesos descritos en esas patentes implican la aplicación del borato líquido a fibras secas. Este método tiene un valor comercial limitado y puede no abordar adecuadamente la dificultad de unir a las fibras el producto químico retardante del fuego. Además, el uso de boratos líquidos puede provocar la fragilidad y rotura de las fibras, lo que aumenta el polvo del producto acabado, y puede afectar negativamente a la densidad y el valor de aislamiento del producto. Más recientemente, en la patente de EE. UU. núm. US-9.045.605, se describe un proceso para reducir el polvo asociado a la fabricación de un material aislante de celulosa retardante del fuego, en el que el material de celulosa que se ha rociado con productos químicos líquidos retardantes del fuego, se seca y luego se tamiza para que el producto final
55

tenga menos polvo. En el proceso, las fibras individuales se separan unas de otras en estado seco, lo que provoca la fractura indeseable de fibras relativamente frágiles y la formación de un exceso de polvo. Además, los productos químicos retardantes del fuego están contenidos en el polvo residual que se elimina del producto acabado y, por lo tanto, el producto acabado pierde valiosas fibras y retardantes de llama. Ese proceso es costoso y menos eficaz a la hora de generar un material aislante de celulosa con una retardancia del fuego más satisfactoria que la que existe con la presente invención.

El documento US-2011/095245 A1 describe un método para fabricar fibras retardantes del fuego, que comprende las etapas de introducir una materia prima de fibra en un tanque de mezcla, añadir un producto químico retardante del fuego al tanque de mezcla, retener la materia prima de fibra y el producto químico en el tanque de mezcla durante un período de tiempo suficiente para retener el producto químico en las fibras de la materia prima de fibra después de secar las fibras, secar las fibras de la materia prima de fibra para formar una torta de pulpa tratada químicamente, y esponjar la torta de pulpa para formar las fibras retardantes del fuego.

El documento US-2007/137805 A1 describe un proceso para recuperar fibras celulósicas orgánicas de materiales de vertedero, tales como materiales de desecho posconsumo, municipales e industriales, que comprende las etapas de introducir selectivamente materiales de desecho que contengan fibras celulósicas orgánicas en una máquina reductora de tamaño, transportar dicho material de desecho previamente limpiado a un aparato de recuperación de fibras de tipo tanque, tambor o túnel, y someter dicho material de desecho durante un período de tiempo seleccionado a fiberización mecánica y fluida.

A partir del documento US-4.349.413 A se conoce un proceso de preparación de un aislamiento térmico celulósico resistente al fuego, adecuado para que se insufla *in situ*. El proceso consiste en las etapas de introducir material celulósico seleccionado del grupo que consiste en astillas de madera dura, astillas de madera blanda, paja, bagazo y mezclas de los mismos, en una cámara presurizada, pretratar dicho material celulósico con vapor a presión y a una temperatura elevada durante un período de tiempo suficiente para ablandar dicho material celulósico e hidratarlo mediante impregnación con vapor. El proceso consiste, además, en las etapas de pasar el material pretratado a una fase de fiberización utilizando un refinador, e inyectar un producto químico retardante del fuego seleccionado del grupo que consiste en bórax, ácido bórico, un borato y mezclas de los mismos, en dicho material ablandado, en el ojo del refinador inmediatamente antes de los segmentos de molienda, fiberización a presión durante un período de tiempo suficiente para producir una pulpa celulósica de calidad aislante, y descargar el material fiberizado de la fase de fiberización y secado del mismo.

Por lo tanto, lo que se necesita es un método para fabricar, de manera rentable, un aislamiento celulósico retardante del fuego. Lo que también se necesita es un método de este tipo que pueda utilizarse con nuevas materias primas, en lugar de, o además de, material convencional (incluidos, por ejemplo, cartón corrugado y papel de periódico reciclado). Además, lo que se necesita es un método para mejorar el método de aplicación del producto químico retardante del fuego para la retención del producto químico retardante del fuego sobre y en el material celulósico, y para minimizar la inclusión de polvo en el producto final.

Resumen de la invención

La invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones de la invención son el resultado de las reivindicaciones dependientes y de la siguiente descripción.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método para fabricar un aislamiento celulósico retardante del fuego insuflado *in situ*, de manera rentable. Lo que también se necesita es un método de este tipo que pueda utilizarse con nuevas materias primas, en lugar de, o además de, material convencional (incluidos, por ejemplo, cartón corrugado y papel de periódico reciclado). Además, lo que se necesita es un método para mejorar el método de aplicación del producto químico retardante del fuego para la retención del producto químico retardante del fuego sobre y en el material celulósico, y para minimizar la inclusión de polvo en el producto final.

Estos y otros objetos se consiguen con la presente invención, que es un método para fabricar un aislamiento celulósico retardante del fuego insuflado *in situ*. La materia prima puede ser material inorgánico, pero también puede ser material orgánico; material orgánico que puede ser preferible para evitar las limitaciones y posibles problemas de seguridad asociados con el material inorgánico. El método es adecuado para su uso en la fabricación de un producto aislante a partir de una o más materias primas. Las una o más materias primas pueden incluir una o más materias primas celulósicas recicladas, una o más materias primas de pulpa virgen, una o más fuentes de fibras agrícolas, y combinaciones de las mismas. La cantidad y el tipo de material reciclado y/o material virgen se pueden seleccionar. La materia prima virgen se puede utilizar para obtener la cantidad de pulpa requerida para completar los pedidos de aislamiento, dependiendo de la disponibilidad de la materia prima de material reciclado. El papel de periódicos viejos (ONP, por sus siglas en inglés) puede ser un tipo de materia prima de material reciclado. Otro tipo adecuado de materia prima de material reciclado son los recipientes corrugados viejos (OCC, por sus siglas en inglés). La invención no se limita solo a estas dos materias primas de material reciclado. Las materias primas de fibra adicionales podrían incluir fuentes de fibras derivadas de la agricultura, como paja de cereales, plumas de animales, subproductos de la madera, y otros subproductos agrícolas lignocelulósicos. La invención puede incluir el uso de una única materia prima de

cualquier tipo o de cualquier otro tipo, siempre que sus características se tengan en cuenta en el proceso de combinarla con un producto químico retardante del fuego. La materia prima se trata para determinar su retardancia del fuego, en una mezcladora que incluye un disolvente fluido, tal como agua, pero no se limita a la misma. La relación de líquido a sólidos en peso se puede seleccionar, y puede ser tan baja como 20/80 o tan alta como 99/1.

Un sistema para combinar la materia prima de celulosa y el tratamiento químico incluye una fuente de tratamiento químico con un componente de entrada. La fuente de tratamiento químico incluye una solución o suspensión líquida del material de tratamiento, que puede ser una combinación de un producto químico retardante del fuego, tal como un borato u otro compuesto adecuado, al menos un disolvente, tal como agua, y otros aditivos opcionales que pueden ser de interés. Debe entenderse que se puede emplear una serie de productos químicos retardantes del fuego adecuados, para tratar el material celulósico. Por ejemplo, son adecuados el ácido bórico, el bórax, el sulfato de amonio, el fosfato monoamónico, el fosfato diamónico, el tetraborato de sodio, el sulfato ferroso, el sulfato de zinc, el sulfato de magnesio, y mezclas de los mismos. Los materiales del tratamiento químico pueden disolverse o suspenderse en al menos un disolvente. Un aspecto de la invención es que el producto químico retardante del fuego se combine con la materia prima en forma líquida, en lugar de en forma sólida, para proporcionar una unión eficaz del producto químico retardante del fuego a la superficie y a la estructura básica del componente de materia prima. Más específicamente, se puede permitir que el retardante del fuego se difunda en la superficie externa de las fibras de la materia prima y/o se difunda en el núcleo de las fibras.

Se pueden incorporar uno o más aditivos adicionales en el método de tratamiento. Por ejemplo, se puede usar un aditivo químico, biológico o de otro tipo, para eliminar o reducir uno o más componentes de la materia prima que puedan dar como resultado un producto con características indeseables. Por ejemplo, una materia prima celulósica que es un material reciclado puede incluir uno o más agentes de unión que comprenden polisacáridos, almidones y similares que, si se llevan al producto final, pueden facilitar el crecimiento de moho. Un aditivo, tal como una enzima u otro componente, para descomponer tales componentes indeseables, y/o hacerlos suficientemente fluidizados para que puedan eliminarse de la materia prima tratada, puede añadirse al tanque de mezcla como un aspecto de la presente invención. Se puede añadir un biocida para minimizar el crecimiento de moho.

La fuente de tratamiento químico se combina con la pluralidad de fibras en una o más etapas seleccionables del método de fabricación del aislamiento de celulosa, antes del secado final del material de celulosa. Por ejemplo, el componente de entrada para la fuente de tratamiento químico puede acoplarse al tanque de mezcla para la introducción del tratamiento químico en ese punto del método, cuando las fibras están suspendidas en estado mayoritariamente líquido. Sin embargo, debe entenderse que el componente de entrada para la fuente de tratamiento químico puede ubicarse en otro lugar, incluidas otras ubicaciones de los componentes del sistema, siempre que esté en forma líquida cuando esté en contacto con la materia prima de celulosa. Los ejemplos de etapas de procesamiento alternativas incluyen la aplicación de un líquido retardante del fuego en la etapa de mezcla (después de la deshidratación parcial) y/o la pulverización de papel seco con un líquido retardante del fuego. Además, los materiales secos (tales como polvos) de tratamiento químico se pueden aplicar posteriormente a los materiales que se tratan con líquidos retardantes del fuego, para obtener propiedades o productos químicos específicos que se puedan aplicar ventajosamente en estado seco a una superficie húmeda.

El sistema de la presente invención incluye, además, componentes convencionales que incluyen, pero no se limitan a, uno o más dispositivos de separación en húmedo (incluidos los dispositivos de clasificación en húmedo), dispositivos de deshidratación, uno o más dispositivos de recuperación y retorno de agua, dispositivos opcionales de coloración y/o blanqueo de fibras, uno o más secadores, colectores de polvo, refrigerantes, esponjadoras, fiberizadores, clasificadores en seco, colectores de productos y todos los conductos necesarios para transferir material entre los dispositivos del sistema. El sistema puede incorporarse sustancialmente en un proceso convencional de producción de pulpa y fibra del tipo que se usa típicamente en la industria de fabricación de papel, por ejemplo, en vez de un complemento completamente distinto o extenso a un proceso convencional. En la presente memoria se describirán ejemplos de dispositivos del sistema, varios de los cuales existen en las instalaciones convencionales de procesamiento de pulpa/papel que existen actualmente.

El sistema incluye un mecanismo para separar las fibras entre sí, antes del tratamiento con un retardante del fuego. Para separar las fibras se pueden utilizar sistemas convencionales de despulpado y cribado de la industria de procesamiento de papel. El fin de esta etapa es romper delicadamente las estructuras de las fibras tejidas o formadas (como el papel) para desenrollar, desacoplar y liberar las fibras individuales. Esto puede ocurrir con la fibra mientras está en estado de suspensión, donde se usa un líquido, tal como agua, como medio para transportar la fibra.

El sistema también puede incluir uno o más dispositivos de partición para separar el flujo de material en varios flujos de componentes con diferentes propiedades. Por ejemplo, un dispositivo de partición puede separar de la fibra los componentes pesados como metales y vidrio; otro dispositivo de partición puede separar las fibras más largas de las fibras más cortas. Los dispositivos de partición que separan los tipos de fibra entre sí, en la presente memoria también se denominarán clasificadores. Los dispositivos ciclónicos se pueden utilizar para eliminar elementos pesados del flujo de fibras. Los dispositivos de cribado de fibra también, o de manera alternativa, se pueden utilizar para dividir las fibras según el tamaño de la fibra. El sistema de partición puede incluir medios para eliminar los plásticos y otros productos que puedan flotar cuando las fibras estén suspendidas en una suspensión.

El sistema y método relacionado de la presente invención proporcionan una forma eficaz y rentable de fabricar un producto viable de aislamiento de celulosa insuflado *in situ*. El método se puede utilizar para fabricar otros tipos de productos a base de fibra, y que requieran un tratamiento para establecer las características deseadas. La separación de las fibras y la partición y/o clasificación de las fibras en estado húmedo evitan la rotura de las fibras, en comparación con el procesamiento en seco convencional. La introducción del tratamiento químico en la pulpa antes del secado de la fibra resulta en una reducción en los costes del tratamiento químico y en los costes generales de procesamiento del aislamiento. El sistema y el método ofrecen la opción de utilizar solo material celulósico reciclado como materia prima, o una combinación de dicha materia prima con otros materiales, para garantizar un suministro adecuado y sostenible de materia prima. El sistema y método también pueden incluir la introducción del tratamiento químico retardante del fuego, antes de una etapa de secado del proceso de fabricación. Esto resulta en una unión o impregnaciones más eficaces del producto retardante del fuego con las fibras aislantes, reduciendo a la vez la cantidad de tratamiento que se va a utilizar para producir un retardo al fuego eficaz.

La presente invención permite la fabricación de materiales aislantes retardantes del fuego insuflados *in situ*. La materia prima utilizada para fabricar el material aislante retardante del fuego puede ser de cualquier tipo, sin limitarse a, papel, pulpa, recipientes u otra forma específica de material. La invención proporciona la combinación de un producto retardante del fuego con la materia prima antes del secado de la combinación. El producto retardante del fuego puede estar en forma líquida cuando se combina con la materia prima. El producto químico retardante del fuego se puede combinar con el al menos un disolvente, para que esté en forma líquida antes de entrar en contacto con las fibras. El producto químico retardante del fuego puede estar en forma seca y combinarse con las fibras, y seguidamente introducirse en el al menos un disolvente, para que esté en forma líquida. El producto químico retardante del fuego puede estar en forma seca y combinarse con fibras húmedas, para que el disolvente en las fibras lo disuelva eficazmente cuando entre en contacto con las fibras. La combinación del producto retardante del fuego y la materia prima puede procesarse adicionalmente para formar una trama, una lámina, una pluralidad de fibras u otra forma adecuada. La combinación de materia prima y retardante del fuego puede procesarse adicionalmente para hacer aislamiento, como se indica, u otros productos finales en donde el retardo al fuego es una característica conveniente.

La presente invención separa las fibras entre sí mientras estén húmedas, antes del tratamiento retardante del fuego. Al separar las fibras cuando están húmedas, hay menos rotura de las fibras en comparación con cuando esa separación se produce mientras las fibras están secas, lo que ha sido el proceso hasta la presente invención. Esto reduce la formación de polvo y mejora el rendimiento. Cuando, opcionalmente, las fibras se dividen y/o clasifican mientras están húmedas, también hay menos rotura de las fibras en comparación con cuando dicha división del flujo de fibras se realiza mientras las fibras están secas. Esto también reduce la formación de polvo.

Las fibras que se han separado y/o dividido en estado húmedo pueden mezclarse en estado húmedo o mojado con fibras obtenidas de otras fuentes. Por ejemplo, las fibras de diversas fuentes de materia prima se pueden mezclar entre sí en estado húmedo o se pueden mezclar otras fibras en seco. Como otro ejemplo, los materiales de papel reciclado pueden mezclarse con fibras agrícolas y/o plumas de animales. Además, el polvo o los fragmentos de fibra más pequeños recuperados de otras etapas del proceso de producción, pueden mezclarse con fibras clasificadas separadas de las etapas anteriores del procesamiento. La mezcla de varias fuentes de fibra y fibras largas y más cortas puede ayudar en la formación de las superestructuras de fibra deseadas que pueden, opcionalmente, crearse posteriormente en este proceso. Esas superestructuras pueden representar la aglomeración de trozos de fibra que, de otro modo, serían demasiado pequeñas para servir como aislamiento eficaz. La aglomeración de los trozos de fibra también puede ser útil para reducir el polvo en el producto final, para mejorar las propiedades de aislamiento del producto final y/o para incidir favorablemente en la densidad del producto final.

Las fibras se deshidratan, al menos parcialmente, antes de combinarlas con productos químicos retardantes del fuego. En esta realización de la presente invención, no hay necesidad de un gran volumen de producto químico recirculante en la etapa de despulpado, y el mismo material de pulpa (sin que aún se haya aplicado aún retardante del fuego) puede derivarse a otras aplicaciones que no requieran retardo del fuego. Por ejemplo, se puede utilizar el mismo sistema de despulpado tanto para producir aislamiento de celulosa como cartón de revestimiento, y se utiliza un sistema de partición para separar los dos flujos de fibra. El agua del sistema cartón de revestimiento puede recircularse (sin productos químicos resistentes al fuego), mientras que el flujo de fibra destinada al aislamiento de celulosa se deshidrata parcialmente antes de añadir productos químicos. Esto elimina los riesgos y la complejidad de la recirculación de productos químicos resistentes al fuego en mayores operaciones de cartón de revestimiento. Estas ventajas se suman a las conocidas cuando se combinan las fibras y los productos químicos retardantes del fuego en forma líquida, incluida la menor necesidad de productos químicos y la menor generación de polvo. Además, el retardante del fuego en forma líquida es más eficaz para hacer que el tratamiento penetre en las fibras.

Estas y otras características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes tras la revisión de la siguiente descripción detallada, los dibujos adjuntos y las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una representación simplificada en diagrama de bloques de las etapas del método y los componentes del sistema asociados a la fabricación del aislamiento de celulosa insuflado *in situ* de la presente invención. Las líneas discontinuas representan funciones, componentes y etapas opcionales.

5 Descripción detallada de las realizaciones de la invención

Si bien la siguiente descripción se refiere a la realización de la invención en donde se fabrica un aislamiento celulósico orgánico insuflado *in situ*, debe entenderse que la invención no se limita a la misma. En cambio, la presente invención proporciona un método para producir de manera rentable un aislamiento a base de celulosa insuflado *in situ* que tenga una retardancia del fuego adecuada utilizando uno o más materiales reciclados de materia prima a base de celulosa. Además, la presente invención permite la fabricación de un producto de este tipo, al tiempo que reduce la inclusión de material en polvo en el producto acabado. Las etapas del método descrito pueden realizarse en diferente orden sin desviarse del alcance de la invención, incluido, pero sin limitarse a, el orden en el que se añaden los componentes a una mezcladora.

15 Haciendo referencia en general a la Figura 1, un aislamiento de celulosa de la presente invención se crea cuando el material de materia prima a base de celulosa que, de otro modo, podría ser material de desecho, en la presente memoria denominado material 10 de materia prima reciclada y/u otros materiales de materias primas se combina o combinan con uno o más compuestos químicos retardantes del fuego, para producir un producto aislante de celulosa retardante del fuego insuflado *in situ*. Los uno o más materiales de materias primas se reducen a forma de fibra antes de, o junto con, la combinación con los uno o más compuestos retardantes del fuego en un entorno líquido. El material 10 de materia prima reciclada, junto con la materia prima virgen 20 opcional y/o las fibras 30 húmedas recuperadas se transfieren a un aparato generador de fibras, tal como una despulpadora 40, por ejemplo. Los expertos en la técnica conocen otros medios para generar fibras a partir de la materia prima, y también pueden incluir la recuperación de flujos de fibras secas de procesos de corriente abajo.

25 Se puede utilizar una despulpadora 40 para separar las fibras entre sí. La agitación de las fibras en presencia de un líquido tal como agua, puede ser un medio eficaz para separar las fibras hasta cierto punto. La pulpa generada en la despulpadora 40 puede transferirse a un dispositivo 50 de partición, para eliminar los contaminantes y/o clasificar las fibras húmedas separadas, antes de introducir las fibras en una mezcladora 60. El dispositivo 50 de partición puede ser un sistema de clasificación en húmedo, tal como un sistema de cribado que separe las fibras por tamaño de fibra. El dispositivo 50 de partición también puede ser un separador ciclónico que separe los materiales pesados de los materiales más ligeros. El dispositivo 50 de partición también puede tener múltiples fases y múltiples funciones, tales como combinaciones de separadores ciclónicos y sistemas de cribado, con el objetivo de separar las fibras deseadas para un uso de las fibras deseadas para un uso diferente y/o separar los materiales de desecho.

35 Todas las fibras separadas pueden transferirse a la mezcladora 60 o una parte puede transferirse a la mezcladora 60, mientras que el resto se deriva a otra aplicación, tal como la fabricación de cartones de revestimiento, por ejemplo. Las fibras separadas se deshidratan, al menos parcialmente, en el aparato 80 de deshidratación antes de su introducción en la mezcladora 60, y el efluente del aparato 80 de deshidratación se transfiere a un tanque recuperador 90 para devolver la fibra 30 húmeda recuperada a la despulpadora 40. Las fibras separadas deshidratadas, al menos parcialmente, o las fibras separadas que no se han deshidratado, se transfieren directamente a la mezcladora 60 u, opcionalmente, se pueden esponjar y/o picar en el aparato 100 antes de su introducción en la mezcladora 60. Además, es posible que las fibras se agiten dentro de la mezcladora 60 mediante cuchillas picadoras u otra acción mecánica que pueda servir para separar aún más las fibras mientras aún estén húmedas o mojadas. La función fundamental de la picadora 100 es separar las fibras en estado húmedo para que no se apelmacen entre sí, sino que predominantemente se separen. Si bien las fibras pueden haberse separado originalmente en un proceso de despulpado corriente arriba, el proceso de deshidratación a presión puede tener el efecto de unir las fibras entre sí, y la picadora 100 puede ser útil para volver a separar las fibras entre sí. Debido a que la picadora 100 funciona sobre fibras que aún están en estado húmedo, la rotura de las fibras se reduce nuevamente al mínimo. Si hay superestructuras de fibras mientras se pica el material, la picadora 100 puede ajustarse para mantener la integridad de una escala específica de superestructuras, mientras separa otros cúmulos más grandes, por ejemplo.

Las fibras separadas se mezclan en la mezcladora 60 con uno o más compuestos 110 químicos retardantes del fuego y uno o más disolventes. Los uno o más disolventes pueden ser agua, otro líquido o una combinación de agua y otro líquido. El disolvente puede añadirse a la mezcladora 60 o puede venir con las fibras separadas en la transferencia desde uno cualquiera de la despulpadora 40, del dispositivo 50 de partición, del aparato 80 de deshidratación y del aparato 100 esponjador/picador. Los uno o más compuestos químicos retardantes del fuego pueden añadirse a la mezcladora 60 antes, durante, o después de introducir las fibras separadas a la mezcladora 60. Opcionalmente, se pueden añadir uno o más aditivos 120 a la mezcladora 60 antes, durante, o después de introducir las fibras separadas a la mezcladora 60. Los uno o más aditivos 120 pueden utilizarse para mejorar las características de las fibras separadas, para mejorar la unión química retardante del fuego sobre y dentro de las fibras. Por ejemplo, los aditivos pueden incluir una o más enzimas adecuadas para eliminar el adhesivo residual de la materia prima reciclada 10. También se pueden añadir uno o más agentes 130 de unión a la mezcladora 60 antes, durante, o después de introducir las fibras separadas a la mezcladora 60. Los uno o más agentes 130 de unión pueden seleccionarse para hacer que las fibras individuales se apelmacen y permanezcan unidas entre sí. Los agentes de unión pueden añadirse a la mezcladora 60 o pueden aplicarse en procesos de corriente abajo y pueden hacer que la unión se produzca en la mezcladora 60 o en una fase de corriente abajo, tal como durante el secado.

La unión entre las fibras puede formar superestructuras de fibras con intersticios entre las fibras que mejoren las características aislantes del producto acabado.

Las fibras separadas, los uno o más compuestos 110 químicos retardantes del fuego, y cualquier aditivo y/o agente de unión opcionales contenidos en la mezcladora 60, se mezclan durante un período de tiempo suficiente para que los compuestos químicos retardantes del fuego se retengan sobre y dentro de las fibras separadas, y para permitir que se produzca una unión suficiente de las fibras antes de completar el procesamiento, si el objetivo es formar superestructuras de fibra en la mezcladora 60. Las fibras tratadas que salen de la mezcladora 60 se transfieren a un aparato 140 de secado para secarse hasta un contenido de líquido en el intervalo de aproximadamente el 5 % a aproximadamente el 25 % en peso. Opcionalmente, las fibras tratadas pueden prensarse primero en un aparato 150 de prensado. El aparato 150 de prensado puede tener la función de quitar el agua, ayudar a formar una pluralidad de superestructuras, o ambas funciones. Opcionalmente, las fibras tratadas y secas pueden fiberizarse en el fiberizador 170. Las fibras tratadas y secas pueden, además, clasificarse, opcionalmente, en el clasificador 180 en seco, ya sea directamente desde el aparato 140 de secado o desde el fiberizador 170 opcional. El fin del clasificador 180 en seco es garantizar que las propiedades del producto acabado cumplan con las características deseadas de tamaño, densidad y/o diámetro hidrodinámico. El clasificador en seco puede proporcionar como salidas tanto el producto deseado como los materiales no conformes, que pueden incluir polvo (partículas más pequeñas de lo deseado) o cúmulos mayores (materiales más pesados de lo deseado). Tras la clasificación opcional, un subconjunto seleccionado de fibras tratadas y secas puede entonces en forma satisfactoria envasarse para su uso como producto final 160 acabado.

Cuando se emplea el clasificador 180 en seco opcional, los materiales no conformes, tales como las partículas 190 pequeñas y el polvo, o los materiales 195 grandes y pesados, pueden retirarse de las fibras tratadas y secas que comprenden el producto deseado, y devolverse a la mezcladora o a otra etapa del proceso. El polvo puede devolverse para su aglomeración cuando los uno o más agentes 130 de unión estén en la mezcladora 60 y/o las partículas 190 pequeñas y el polvo puedan devolverse a uno o varios otros aparatos para su reconstitución como componentes de la superestructura de fibras del producto final 160 acabado. Las partículas 190 pequeñas y el polvo pueden derivarse, opcionalmente, a un aparato 200 de aglomeración, que puede ser simplemente una mezcladora en seco, para combinarlos con uno o más agentes 210 de unión suplementarios y/u otras fibras suplementarias 220, para formar superestructuras de fibras residuales adicionales que pueden añadirse a las fibras tratadas y secas como producto final 160.

El material 10 de materia prima reciclado puede estar compuesto por uno o más materiales reciclables que se basen en celulosa, que incluyen, pero no se limitan a, cualquier material de origen vegetal. Las materias primas de fibra adicionales adecuadas para su uso en la invención incluyen fuentes de fibras derivadas de la agricultura, tales como paja de cereales, plumas de animales y otros subproductos agrícolas lignocelulósicos, por ejemplo. El material 20 de materia prima virgen puede ser de madera kraft o pasta de madera molida (piedra o termomecánica). La relación entre el material reciclado 10 y el material virgen 20 y/o las fibras 30 húmedas recuperadas se puede seleccionar cuando se utilice la combinación. El material o materiales de materia prima pueden añadirse al dispositivo 50 de partición a un nivel del 1 % al 30 % de sólidos en peso.

Como se indicó, el material 20 de materia prima virgen puede ser madera dura (1,5 mm), madera blanda (3,5 mm) (proceso kraft) o pasta de madera molida (<1 mm) (incluye proceso por piedra o termomecánico), y/o fibras de pasta de celulosa, que pueden derivarse de un sistema convencional de procesamiento de celulosa antes del blanqueo, o inmediatamente después, si eso es lo que interesa. Se puede utilizar la pulpa que sale del último lavador de licor negro en un proceso kraft, por ejemplo, antes de pasar al proceso de blanqueo (20 % de sólidos en peso). Se puede utilizar una bomba para mover las fibras despulpadas desde la despulpadora 40 hasta el dispositivo 50 de partición. Los expertos en la técnica reconocerán que se puede utilizar cualquier tipo de mecanismo de transferencia de material para mover material, incluido, pero sin limitarse a, material despulpado, desde un lugar a otro, para el proceso de la presente invención.

La pulpa de papel de periódico reciclado se puede obtener a partir de un proceso de reciclaje de papel convencional, tal como de fuentes ONP #8 y #9, por ejemplo. El papel se puede introducir en la despulpadora 40. La despulpadora 40 es un tanque que tiene un agitador y una fuente de disolvente, tal como agua, para despulpar la materia prima. La agitación descompone el material celulósico en tallos de fibra. Los uno o más retardantes 110 del fuego pueden suministrarse a la mezcladora 60 en forma líquida, por ejemplo, al disolverlos en un disolvente tal como agua. Los retardantes 110 del fuego, cuando se combinan con fibras en un entorno líquido, se adhieren mejor a su superficie y se absorben en la estructura de las fibras separadas, que cuando se utilizan productos químicos secos retardantes del fuego, y cuando los productos químicos líquidos retardantes del fuego simplemente se pulverizan sobre la materia prima, en lugar de fibras separadas. El retardante del fuego puede estar en forma seca o húmeda combinado con fibra en forma húmeda, o puede combinarse en forma seca o húmeda con fibras y los uno o más disolventes. Los uno o más retardantes del fuego pueden seleccionarse de entre ácido bórico, bórax, sulfato de amonio, fosfato monoamónico, fosfato de diamonio, tetraborato de sodio, sulfato ferroso, sulfato de magnesio, sulfato de zinc y mezclas de los mismos. Un ejemplo de una composición química retardante del fuego adecuada se describe en la patente de E.E. UU. núm. US-8.043.384.

La saturación química, la temperatura de funcionamiento y el tiempo de permanencia en la mezcladora 60, se pueden seleccionar para garantizar que el aislamiento de celulosa acabado contenga una cantidad suficiente de material retardante del fuego adherido en y a las fibras del aislamiento. Los uno o más aditivos adicionales pueden utilizarse

para hidrolizar almidón, polisacáridos u otros materiales indeseables, por ejemplo, así como uno o más biocidas, según se desee para minimizar el crecimiento de moho en el producto final 160. Los productos químicos, aditivos y/o agentes de unión se pueden mezclar entre sí antes de transferirlos a la mezcladora 60, tal como con una válvula de mezcla, o se pueden transferir por separado a la mezcladora 60.

El aparato 80 de deshidratación se selecciona de entre cualquier variedad de sistemas existentes que tomen una suspensión de pulpa de celulosa y eliminen el agua hasta un contenido de sólidos deseado. Se puede utilizar como aparato 80 de deshidratación cualquier tipo de prensa de tornillo, prensa de doble alambre, filtro de vacío, prensa de placas y marcos, prensa de rodillos o tambor centrífugo, por ejemplo. El sistema 80 de deshidratación puede aumentar el contenido de sólidos de la suspensión que contiene las fibras tratadas, a aproximadamente un 30 % o más, pero sin limitarse a ello.

Se puede utilizar una bomba u otro tipo de mecanismo de transferencia de material para transferir el efluente de deshidratación al recuperador 90, que separa las fibras del fluido. Esto se puede lograr mediante un sistema de flotación, rotativo (filtros de vacío) o de alambre (tela) que pueda eliminar el fluido de manera eficaz. Las fibras del recuperador se mueven al recipiente 30 de fibras húmedas recuperadas. El exceso de fluido del recuperador 90 se puede filtrar para su uso en otros componentes del proceso del sistema, o se puede introducir en un proceso de tratamiento de residuos para su eliminación.

La esponjadora/picadora 100 opcional está configurada para romper una torta de pulpa de fibras tratadas o de fibras tratadas deshidratadas. La esponjadora/picadora 100 puede consistir en dos cuchillas malladas que giren en sentido contrario con una descarga al sistema 140 de secado. Se puede utilizar cualquier cantidad de esponjadoras para romper la torta de pulpa. La torta de pulpa se puede romper antes de la mezcladora 60 o internamente dentro de la mezcladora 60 mediante cuchillas internas de la mezcladora que pueden diseñarse para separar fibras.

El sistema 140 de secado se utiliza para secar las fibras tratadas hasta un contenido de humedad deseado, que puede oscilar entre el 8 y el 25 % en contenido de humedad (75 a 92 % de sólidos), por ejemplo, pero sin limitarse a ello. Un secador, tal como, pero sin limitarse a, un secador de tambor giratorio o un sistema de secado instantáneo que rompa y esponje la pulpa durante el secado, puede ser ventajoso, pero también pueden emplearse otros sistemas de secado, tales como secadores de microondas y secadores con cinta transportadora. Se puede utilizar una cinta transportadora, un sistema de barrena u otra forma de dispositivo de transporte para transportar las fibras secas y tratadas químicamente a un lugar para su enfriamiento. Se puede emplear un sistema recolector de gases de escape/aire caliente del sistema secador para tomar aire húmedo y recircularlo de nuevo a través del sistema 140 de secado para capturar el calor residual antes de expulsarlo a la atmósfera.

Se puede utilizar un esponjador 165 en seco opcional para separar los cúmulos de materiales que se puedan haber formado en el proceso de secado, afectando mínimamente la estructura básica de las fibras, y al mismo tiempo retener las superestructuras de fibra deseadas cuando dichas superestructuras formen parte del producto final. De manera alternativa, se puede utilizar un fiberizador 170 opcional como una medida más agresiva para refinar aún más las fibras tratadas y secas, separando y reduciendo aún más el tamaño de las fibras después del proceso de secado. Esas fibras separadas y/o superestructuras de fibras pueden clasificarse adicionalmente, opcionalmente, por tamaño, utilizando el clasificador 180 en seco. La esponjadora 165 en seco y el fiberizador 170 pueden ser dispositivos mecánicos con placas dentadas giratorias muy próximas a uno o más conjuntos de placas dentadas estáticas o contrarrotativas, de modo que cuando se transporten cúmulos de fibras a través del dispositivo 165/170, se sometan a fuerzas de cizallamiento que separen las fibras. La diferencia entre un esponjador y un fiberizador radica en la agresividad de su interacción con los materiales; un esponjador separa más delicadamente los grupos o grupos de fibras, y un fiberizador impacta más agresivamente los materiales con mayor cizallamiento (y se centra en separar las fibras individuales). Un molino de martillos es un ejemplo de fiberizador, pero también hay fiberizadores formados con una o más placas dentadas giratorias muy cerca de una o más placas dentadas estacionarias o contrarrotativas. Los fiberizadores tradicionales que se utilizan para fabricar aislantes de celulosa con retardantes del fuego secos, mezclan el producto químico y la fibra en un movimiento triturador de alta velocidad, lo que puede tener el efecto de prensar los productos químicos sobre las fibras, y crear adhesión. Si bien este proceso se puede utilizar para cumplir con los requisitos reglamentarios, el polvo puede desprenderse durante la instalación, creando un entorno de trabajo polvoriento e impidiendo la visibilidad. El método de la presente invención toma las fibras tratadas con los productos químicos absorbidos y las seca como fibras individuales o apelmazadas en superestructuras deseadas. Debido a que el retardante del fuego está dentro de las fibras, la presente invención reduce drásticamente la cantidad de polvo químico producido durante la instalación.

La picadora 100 opcional se puede utilizar en lugar del fiberizador 170 opcional, pero se utiliza antes de secar las fibras tratadas. De esa manera, la formación de polvo se reduce en comparación con cuando se utiliza el fiberizador 170 después del secado. El uso de la picadora 100 rompe los cúmulos de una manera diferente a la fiberización y separación posterior al secado descritas. Específicamente, debido a que las fibras están húmedas, son más flexibles y menos susceptibles a la rotura. Además, las fibras se pueden combinar con uno o más aglutinantes para formar superestructuras antes de picarlas. El aglutinante puede ser un aditivo químico adecuado para unir fibras entre sí, y un aglutinante adecuado puede ser un almidón, un adhesivo u otro aglutinante. Estas superestructuras pueden tener uniones espaciadas entre fibras y/o partículas de fibra que establecen huecos para mejorar las características aislantes

y de densidad, y esas uniones pueden formarse directamente o mediante el uso de un aglutinante opcional. El uso de la picadora 100 en lugar del fiberizador 170 puede mejorar la probabilidad de mantener la integridad de la superestructura porque las fibras son más flexibles y menos frágiles en un estado húmedo o mojado.

5 Las fibras tratadas y secas pueden enviarse, opcionalmente, para pruebas. Se pueden realizar pruebas en el material fibroso que sea el aislamiento de celulosa de la presente invención, de cara al cumplimiento de todas las normas relativas al aislamiento de fibra celulósica por insuflado, según lo dispuesto por el C-739, el HH I515 y el Consejo de seguridad de los productos de consumo. Las fibras tratadas fabricadas utilizando el método de la presente invención se pueden utilizar para aislar como material retardante del fuego, térmico, acústico y de barrera radiante.

10 Además de utilizarse para separar fibras con características diferentes, el dispositivo 50 de partición también puede separar los contaminantes de las fibras de las materias primas. Estos contaminantes del material 10 de materia prima reciclada pueden incluir vidrio, plástico u otros elementos no celulósicos, por ejemplo. El dispositivo 50 de partición puede estar compuesto por un sistema de cribado o un separador ciclónico, que son dos ejemplos de tecnologías de partición que pueden ser aplicables. El dispositivo 50 de partición puede adicionalmente incluir, o, en su lugar, ser, un aparato de cribado, tal como el que se muestra en: <https://www.andritz.com/products-en/group/pulp-and-paper/pulp-production/kraft-pulp/pulp-drying-finishing/pulp-screening-cleaning>, por ejemplo, para facilitar la clasificación de las fibras antes de introducir el material de materia prima en la mezcladora 60.

15 El clasificador 180 en seco opcional se puede utilizar para separar por tamaño las fibras tratadas y secas, de modo que las partículas relativamente pequeñas que sean efectivamente partículas de polvo, se eliminen del producto, para minimizar la inclusión de polvo en el producto acabado. El clasificador 180 en seco puede ser un aparato de cribado o un clasificador de aire. Un clasificador de aire puede utilizar un flujo de aire ascendente para separar los elementos más ligeros de los elementos más pesados, por ejemplo. El clasificador 180 en seco puede funcionar para separar las fibras en función del tamaño, la densidad, el diámetro hidrodinámico u otras características que se ha demostrado que separan el producto de alto rendimiento de las fracciones menos deseables del producto.

20 Los ejemplos del producto de la presente invención se prepararon utilizando el método de la presente invención tal como se describe en la presente memoria. Las fibras separadas mediante un proceso despulpador, y clasificadas mediante un sistema de clasificación, se trataron con productos químicos resistentes al fuego, se mezclaron con otras fuentes de fibra y se secaron, para producir el producto terminado. El producto terminado se probó según la norma ASTM C739 y se encontró que cumplía totalmente con las normas. El producto se suministró a los instaladores sobre el terreno y se comprobó que era un producto acabado de alta calidad con poco polvo.

REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar un aislamiento retardante del fuego, insuflado *in situ*, que comprende las etapas de:
5 introducir en una mezcladora (60) fibras de una o más materias primas;
 introducir en la mezcladora (60) uno o más disolventes;
 introducir en la mezcladora (60) uno o más productos (110) químicos retardantes del fuego;
 mezclar las fibras, los uno o más disolventes y los uno o más productos (110) químicos retardantes
10 del fuego, en la mezcladora (60), el tiempo suficiente para retener los uno o más productos (110)
 químicos retardantes del fuego, sobre y dentro de las fibras, para formar fibras tratadas; y
 secar las fibras tratadas para formar el aislamiento retardante del fuego insuflado *in situ*,
 caracterizado por
 deshidratar parcialmente las fibras de las una o más materias primas, antes de introducir las fibras
15 en el mezclador (60); y
 separar en estado húmedo las fibras parcialmente deshidratadas en algún punto después de
 deshidratar parcialmente las fibras.
2. El método de la reivindicación 1, en donde la etapa de separación incluye la etapa de clasificar las fibras (30)
20 húmedas separadas, antes de introducir las fibras separadas en la mezcladora (60).
3. El método de la reivindicación 1, que comprende, además, la etapa de recuperar el polvo (190) de fibra
 residual de las fibras separadas, antes de introducir las fibras separadas en la mezcladora (60).
4. El método de la reivindicación 1, que comprende, además, la etapa de eliminar el polvo (190) de fibra residual
25 de las fibras separadas, antes de introducir las fibras separadas en la mezcladora (60).
5. El método de la reivindicación 1, que comprende, además, la etapa de eliminar el polvo (190) de fibra residual
 de las fibras tratadas, después de la etapa de secado.
- 30 6. El método de la reivindicación 1, en donde la materia prima incluye una o más materias primas (10) de material
 reciclado y/o en donde una o más materias primas incluyen una o más de paja de cereales, plumas de
 animales y otros subproductos agrícolas lignocelulósicos.
7. El método de la reivindicación 1, que comprende, además, la etapa de añadir uno o más aditivos a la
35 mezcladora (60) antes o durante la etapa de mezcla.
8. El método de la reivindicación 1, que comprende, además, la etapa de clasificar las fibras tratadas, después
 de la etapa de secado.
- 40 9. El método de la reivindicación 1, que comprende, además, la etapa de recuperar el polvo (190) de fibra
 residual de las fibras tratadas, después de la etapa de secado.
- 45 10. El método de la reivindicación 1, que comprende, además, la etapa de combinar partes de polvo (190) de
 fibra residual para formar superestructuras de fibras tratadas, en particular en donde la etapa de combinar
 partes de polvo de fibra residual incluye combinar el polvo (190) de fibra residual con un aglutinante.

Figura 1

