

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 814 960**

51 Int. Cl.:

C08H 8/00 (2010.01)

B27N 1/00 (2006.01)

B27N 3/04 (2006.01)

C08L 97/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.02.2014 PCT/EP2014/053306**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.09.2014 WO14131683**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2014 E 14705360 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2020 EP 2961789**

54 Título: **Proceso para la fabricación de productos a partir de fibra de madera acetilada**

30 Prioridad:

26.02.2013 GB 201303350

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

29.03.2021

73 Titular/es:

**TRICOYA TECHNOLOGIES LIMITED (100.0%)
Brettenham House, 19 Lancaster Place
London WC2E 7EN, GB**

72 Inventor/es:

**BEARDMORE, PAT y
PRENDERGAST, TOM**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 814 960 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

Proceso para la fabricación de productos a partir de fibra de madera acetilada

5 Campo de la invención

Esta invención se refiere al campo del procesamiento de la madera. Más específicamente, se refiere al procesamiento de fibra de madera acetilada para uso en la fabricación de productos a partir del material de madera acetilada, que incluye la fabricación de tableros de madera, tales como la fabricación de tableros de fibra de madera.

10

Antecedentes de la invención

Los tableros construidos a partir de madera tales como tableros de fibra de madera, por ejemplo, tableros de fibra de densidad media (MDF) que comprenden fibras de madera unidas entre sí con resina aglutinante, son superiores en resistencia y se procesan fácilmente debido a su homogeneidad. Dichos productos de madera, que incluyen tableros de fibra, se pueden utilizar para obtener una variedad de formas. Las formas pueden ser planas o de perfil plano. Las formas curvas también se forman fácilmente. Son ampliamente utilizados como materiales para muebles y para una variedad de propósitos de construcción.

15

20

En los tableros de fibra de resina tales como tableros de fibra de tipo resina MDI (diisocianato de metilendifenilo) tales como MDF, en los que las fibras de madera se unen entre sí por medio de MDI; son grandes las variaciones de estabilidad dimensional debido a la higroscopicidad (propiedad de retención de agua) del material y la absorción de agua. Los tableros de fibra como el MDF también pueden sufrir deterioro biológico.

25

La modificación química de la madera para mejorar la estabilidad dimensional y la protección contra la descomposición biológica ha sido objeto de investigación durante muchos años. La acetilación es uno de dichos métodos que ha sido bien investigado y documentado. En el proceso de acetilación, para hacer un uso eficaz del anhídrido acético costoso y evitar que reaccione con la humedad de la madera, la madera se puede secar para obtener un bajo contenido de humedad, normalmente un contenido de menos de aproximadamente 3 %. Durante la acetilación, la reacción química del anhídrido acético sustituye los grupos hidroxilo de las células de la madera por grupos acetilo. Esto tiene el efecto de aumentar el volumen de las paredes de las células de la madera y evitar la absorción de humedad y, por lo tanto, confiere a la madera tratada un nivel de hidrofobicidad (resistencia a la absorción de agua) y una estabilidad dimensional mucho mayor que la de la madera no acetilada. La madera acetilada resultante tiene un bajo contenido de humedad y una mayor resistencia a la descomposición biológica.

30

35

La madera en verde sin procesar puede tener un contenido de humedad superior al 50 %. Cuando se fabrican tableros de fibra de madera tales como MDF, el proceso de fabricación normalmente implica reducir el contenido de humedad de la madera verde mediante la compresión mecánica de astillas de madera y el posterior ablandamiento de las astillas de madera mediante calentamiento con vapor. Esto ayuda a la extracción de la fibra para su posterior procesamiento en tableros de fibra de madera. Como la madera es un excelente aislante del calor, la astilla de madera requiere un alto contenido de humedad para permitir una transferencia térmica eficiente de calor en su núcleo para permitir que se ablande la astilla.

40

45

Generalmente se realiza un proceso de desfibración o refinado termomecánico para descomponer la astilla ablandada en fibra. Los resultados del proceso dependen de las variaciones en el contenido de humedad de la madera, el calor aplicado a la astilla de madera y el punto en el que los componentes de la madera entran en sus fases de transición vítrea (es decir, la transición de un estado duro y relativamente frágil a un estado ablandado o similar al caucho).

50

La conversión adicional de las fibras en MDF está influenciada por la calidad, densidad y contenido de humedad de la fibra.

55

En la fabricación de tableros de fibra de madera acetilada, la astilla de madera acetilada tiene un bajo contenido de humedad (aproximadamente un 7 % de contenido de humedad), tiene una densidad más alta que la astilla de madera no acetilada y presenta altos niveles de hidrofobicidad. A diferencia del procesamiento de MDF que utiliza madera no acetilada, el procesamiento de una astilla de madera seca requiere la introducción de humedad en la astilla en lugar de una reducción de la humedad en la astilla. Adicionalmente, se deben establecer las condiciones de temperatura/humedad necesarias para lograr las condiciones de transición vítrea para la astilla de conversión termomecánica en fibra.

60

La humedad desempeña una función integral en la composición de la fibra de madera en la fabricación de paneles MDF y otros productos. La humedad de la fibra cumple una serie de funciones. Permite lograr una distribución uniforme del calor en la prensa de formación a través de las fibras, y es necesaria para iniciar la acción de unión química con resinas de unión utilizadas para fabricar productos de madera. Por tanto, producir una fibra de madera dentro de un rango de humedad deseado que permitiera la producción de productos de madera acetilados y no acetilados en la misma línea de producción proporcionaría ventajas significativas.

65

Se forman huecos internos en un tablero de fibra MDF cuando el calor producido en la prensa de formación hace que la humedad se evapore a una velocidad en el proceso de formación que impide su escape a través de la superficie del tablero. Las imperfecciones de la superficie se producen en la prensa de formación cuando la humedad escapa a través de la superficie del tablero después de que el tablero ha salido de la prensa de formación. El factor principal en la formación de estos defectos surge del contenido de humedad real de la fibra de madera al comienzo del proceso. Otros factores que influyen en la formación de los defectos se encuentran en las condiciones de temperatura, velocidad y presión experimentadas por el panel en la prensa de formación. Si bien estos pueden influir en la formación de los defectos, el contenido de humedad es el principal contribuyente.

Como tal, la introducción controlada de humedad es de importancia crítica en el proceso de fabricación de tableros de fibra y las mejoras en los métodos de introducción de humedad conducirían a fibras de madera de mayor calidad con los beneficios resultantes que se encuentran en los productos elaborados a partir de esas fibras.

En la fabricación de tableros de fibra de madera MDF que utilizan madera no acetilada, existe un riesgo de explosión asociado con la posible ignición de una atmósfera de polvo de madera seca. Gran parte de este riesgo se ve mitigado por el estado de contenido de humedad relativamente alto de las astillas de madera. Sin embargo, en la fabricación de tableros de fibra de madera acetilados, el riesgo de explosión es mucho mayor debido al bajo contenido de humedad de los elementos de madera, los altos niveles de hidrofobicidad del elemento de madera y la generación asociada de grandes cantidades de polvo seco. Este es un problema importante que se debe superar.

El coste de capital de una planta de fabricación de tableros de fibra de madera MDF es muy alto. Para comercializar la fabricación de tableros de fibra de madera acetilada, los elementos de madera acetilada idealmente se deberían procesar en la misma planta que los tableros de fibra de madera no acetilada. Sin embargo, las diferencias en las características de los elementos de madera no acetilados y acetilados son importantes y presentan desafíos particulares para lograr que el equipo de procesamiento funcione de manera eficaz para ambos conjuntos de elementos de madera. Se requerirían cambios en las técnicas de procesamiento utilizadas para procesar con éxito elementos de madera no acetilados para procesar con éxito elementos de madera acetilados. Los cambios deben ser activables y desactivables o reversibles, ya que la planta debe acomodar ambos conjuntos de elementos de madera.

Existe la necesidad de mejorar el proceso de fabricación de tableros de fibra de madera que comprenden fibras de madera unidas entre sí con una resina aglutinante que permitirá fabricar tableros de fibra de madera acetilados en la misma planta que los tableros de fibra de madera no acetilados.

Gran parte de la técnica anterior hasta la fecha se ha referido al proceso de acetilación de elementos de madera y, aunque ha tenido lugar la producción a escala de laboratorio de tableros de fibra acetilados, hay poca literatura disponible sobre cómo superar las dificultades de escalar la producción de laboratorio a una producción comercial completa en plantas de MDF existentes. Hay una falta de orientación sobre cómo acondicionar comercialmente la astilla de madera, cómo evitar riesgos de explosión y poca orientación sobre cómo prensar las fibras acetiladas en grosores de panel uniformes.

En la publicación "A NEW PROCESS FOR THE CONTINUOUS ACETYLATION OF LIGNOCELLULOSIC FIBRE" por Rune Simonson y Roger M. Rowell, se observa que el elemento de madera se convierte en fibra en estado verde antes de la acetilación. Después de la acetilación, la fibra acetilada se puede resinar para la producción de tableros de fibra. No existen más detalles sobre cómo se ejecuta el proceso. En el documento US 6,376,582, "WOOD FIBREBOARD AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR", se hace referencia a la fabricación de MDF acetilado utilizando una mezcla de materiales acetilados y no acetilados. No se proporciona ninguna orientación sobre cómo se forman las fibras para el procesamiento de paneles de MDF.

El documento US 6,632,326 MODIFYING METHODS FOR WOOD ELEMENTS, divulga un proceso de acetilación de madera sometiéndola a un agente acetilante gaseoso. A continuación, los elementos de madera se digieren durante 2-5 minutos bajo vapor de alta presión a una temperatura de aproximadamente 150-170 °C. Las fibras de madera se obtienen por separación de los elementos de madera en fibras a través de un refinador de disco. La sección experimental se basa en trabajos a escala de laboratorio y no proporciona tecnología sobre cómo manipular materiales a escala comercial. Adicionalmente, la descripción proporciona poca orientación sobre los peligros de procesar fibra excesivamente seca. El documento WO 2011/095824 A1 PROCESS FOR THE ACETYLATION OF WOOD ELEMENTS divulga un proceso de descomposición de astilla acetilada en fibra al pasar a través de un desfibrador convencional, combinándolo con adhesivo PMDI y convirtiéndolo en panel o tablero compuesto al aplicar alta temperatura y presión. No se proporciona ninguna orientación sobre cómo se forman las fibras para el procesamiento de paneles de MDF. La descripción no proporciona orientación sobre los peligros del procesamiento de fibra excesivamente seca.

Resumen de la invención

La presente invención proporciona un proceso para formar fibra de madera que comprende descomponer la madera acetilada para producir fibra de madera acetilada que tiene un contenido de humedad de aproximadamente 5 % p/p a aproximadamente 8.5 % p/p después de triturarla para formar fibra de madera.

5 El proceso proporciona la ventaja de producir una fibra de madera acetilada que comprende un contenido de humedad que da como resultado una mayor fuerza y resistencia al agua en los productos de madera fabricados a partir de la fibra. Adicionalmente, el proceso puede llevarse a cabo en plantas que utilicen maquinaria que también sea adecuada para la producción de fibra de madera no acetilada.

10 A diferencia de la fibra de la técnica anterior en la que se mezcla fibra de madera acetilada y no acetilada, la presente invención no incluye fibra de madera en la que se mezcla fibra de una fuente no acetilada con la fibra de madera acetilada. La fibra de madera acetilada tiene este contenido de humedad y es adecuada para combinarse con un material aglutinante tal como resina para formar un producto tal como un tablero de fibra.

La fibra de madera del proceso se puede formar a partir de la descomposición de trozos de madera, tal como astillas de madera.

15 La fibra de madera puede tener un contenido de humedad de aproximadamente 5 % p/p a aproximadamente 8 % p/p después de triturarse para formar fibra de madera, por ejemplo, de aproximadamente 5.5 a aproximadamente 7.5 % p/p.

20 La fibra de madera puede tener un contenido de humedad de aproximadamente un 6% a aproximadamente un 7 % p/p después de triturarse para formar fibra de madera. Deseablemente, la fibra de madera acetilada tiene un contenido de humedad de aproximadamente 6.5 % a aproximadamente 6,8 % p/p.

25 El contenido de humedad de la fibra acetilada la hace más segura para manipulación. Adicionalmente, es mucho menos probable que los productos formados a partir de la fibra acetilada sufran defectos tales como formación de ampollas y/o deslaminación.

30 La humedad cumple una función integral en la composición de la fibra de madera en la fabricación de tableros de fibra tales como los tableros MDF. La humedad de la fibra cumple una serie de funciones. Permite lograr una distribución uniforme del calor en la prensa de formación a través de las fibras, y es necesaria para iniciar la acción de unión química con la resina, tal como la resina MDI.

35 Los huecos internos se forman en tableros de fibra tal como un panel de MDF cuando el calor aplicado en la prensa de formación hace que la humedad se evapore a una tasa en el proceso de formación que impide su escape a través de la superficie del producto tal como un tablero. Por tanto, pueden producirse imperfecciones superficiales en el producto cuando la humedad escapa a través de la superficie del producto después de que el producto ha salido de la prensa de formación. El factor principal en la formación de estos defectos surge del contenido de humedad real de la fibra de madera tal como se introduce en la prensa de formación y, por lo tanto, al comienzo de la parte de formación del proceso. Otros factores que influyen en la formación de los defectos se encuentran en las condiciones de temperatura, velocidad y presión experimentadas por el panel en la prensa de formación. Si bien estos pueden influir en la formación de los defectos, el contenido de humedad es el principal contribuyente. Las imperfecciones en la superficie y los huecos internos también pueden ocurrir debido a una humedad insuficiente. El mecanismo que causa los defectos radica en la falta de humedad necesaria para iniciar la acción de unión química de la resina (por ejemplo, MDI) o el proceso de curado que se produce en la prensa de formación.

45 Los datos empíricos indican que un contenido de humedad de la fibra del 12 % aumenta la incidencia de huecos internos e imperfecciones superficiales que se forman en el proceso de prensado en la fabricación de MDF hasta un 98 % a 100 % de la producción total.

50 Dentro del proceso, el contenido de humedad de la madera acetilada puede ajustarse al agregar humedad en más de una etapa de procesamiento.

55 El proceso puede comprender una primera etapa de introducción de humedad para aumentar el contenido de humedad de los elementos de madera acetilados; y una segunda etapa de introducción de humedad, separada de la primera, para aumentar el contenido de humedad de los elementos de madera acetilados.

60 La introducción de humedad de esta manera reduce el riesgo de explosión asociado con el procesamiento de elementos de madera con bajo contenido de humedad, como la madera acetilada. Adicionalmente, proporciona la ventaja de evitar el exceso de humedad de la astilla, lo que reducirá la calidad de la fibra producida y, por tanto, tendrá un impacto negativo adicional sobre las características de resistencia y durabilidad de los productos producidos a partir de la fibra. El exceso de humedad puede incluso hacer que la astilla no sea adecuada para un procesamiento posterior.

La humedad se puede introducir al proceso en la forma de agua y en la forma de vapor.

65 Una primera etapa de introducción de humedad puede comprender introducir agua, e introducir vapor para calentar la astilla.

ES 2 814 960 T3

- Se puede introducir vapor al proceso a una temperatura en el rango de aproximadamente 160 °C a aproximadamente 190 °C.
- 5 Se puede introducir vapor al proceso a una temperatura en el rango de aproximadamente 175 °C a aproximadamente 185 °C.
- El vapor se puede introducir al proceso a una temperatura de aproximadamente 180 °C.
- 10 La segunda etapa de introducción de humedad del proceso puede comprender introducir vapor para calentar la astilla.
- La segunda etapa de introducción de humedad del proceso puede comprender introducir vapor a una temperatura en el rango de aproximadamente 170 °C a aproximadamente 210 °C.
- 15 La segunda etapa de introducción de humedad del proceso puede comprender introducir vapor a una temperatura en el rango de aproximadamente 180 °C a aproximadamente 200 °C.
- La segunda etapa de introducción de humedad del proceso puede comprender introducir vapor a una temperatura de aproximadamente 190 °C.
- 20 La madera acetilada del proceso puede estar en la forma de piezas de madera tal como astillas de madera y se realiza una primera etapa de introducción de humedad en un receptáculo que contiene las piezas de madera acetilada.
- El receptáculo puede ser un receptáculo de sujeción para cargar la madera acetilada para procesamiento adicional.
- 25 El receptáculo puede ser un receptáculo de control de compensación tal como una tolva de compensación para alimentación consistente de la madera acetilada para procesamiento adicional.
- Esto proporciona la ventaja de un flujo continuo de material a través del proceso. La alimentación inconsistente de elementos de madera en la línea de procesamiento puede dañar el equipo. La alimentación acumulada o voluminosa puede provocar la obstrucción del equipo, mientras que la alimentación de elementos de madera demasiado fina también puede dañar el equipo.
- 30 En el proceso, la madera acetilada se puede tratar en un digestor y se agrega humedad a la madera acetilada en el digestor. Se puede agregar humedad a la madera acetilada en el digestor en una segunda etapa de introducción de humedad.
- 35 Cada una de las etapas anteriores permite la introducción controlada de humedad que es de importancia crítica en el proceso de fabricación de tableros de fibra. La introducción de humedad controlada conduce a fibras de madera de mayor calidad con los beneficios resultantes, tal como una mayor resistencia y durabilidad que se encuentran en los productos hechos a partir de esas fibras.
- 40 La invención proporciona además un proceso para formar un artículo a partir de una fibra de madera acetilada formada por el proceso descrito anteriormente. La fibra de madera se puede formar en un artículo al unir la fibra de madera utilizando un agente de unión adecuado, tal como una resina. El artículo puede ser un tablero de fibra adecuado.
- 45 La invención proporciona además un producto tal como un tablero de fibra producido a partir del proceso de la invención. La madera acetilada se puede pasar a través de un alimentador tipo sinfín de compresión, tal como un alimentador tipo sinfín de tapón, antes de ser tratada en un digestor.
- 50 El alimentador tipo sinfín de compresión puede ser adecuado para manipular piezas de madera tanto acetiladas como no acetiladas, el alimentador tipo sinfín comprende: una carcasa para un elemento tipo sinfín, la carcasa tiene una entrada y una salida, un elemento tipo sinfín giratorio para girar a compresión haciendo avanzar las piezas de madera a través del alimentador tipo sinfín desde la entrada hasta la salida; en la que cerca de la salida, un extremo de compactación del sinfín está dimensionado para permitir el progreso de compresión de las piezas de madera acetiladas, de modo que las piezas de madera acetiladas que tienen un contenido de humedad de aproximadamente 3 % a aproximadamente 10 % p/p salgan del alimentador tipo sinfín de compresión.
- 55 El elemento tipo sinfín del alimentador tipo sinfín puede adaptarse al cambiar el paso del elemento tipo sinfín en el extremo de salida del mismo de modo que el elemento tipo sinfín tenga dos pasos diferentes.
- 60 Se puede agregar humedad a la madera a medida que se carga al alimentador tipo sinfín y/o cuando pasa a través del alimentador tipo sinfín.
- 65 La madera acetilada se puede pasar a través de un alimentador tipo sinfín después de ser tratada en un digestor y antes de ser refinada en un refinador.

Se puede agregar humedad a la madera a medida que se carga al alimentador tipo sinfín y/o cuando pasa a través del alimentador tipo sinfín.

5 La etapa de refinado se puede realizar al refinar la madera acetilada entre dos discos que comprenden un disco fijo y un disco giratorio separados por un espacio.

La etapa de refinado se puede realizar en una cámara presurizada.

10 La presente invención proporciona además un proceso para formar un artículo a partir de fibra de madera acetilada, el proceso comprende tomar fibra de madera acetilada como se describió anteriormente o una fibra de madera acetilada formada por el proceso como se describió anteriormente y formar la fibra de madera en un artículo al unir la fibra de madera utilizando un agente de unión adecuado, como una resina.

15 El proceso puede consistir en formar un tablero de fibra adecuado.

La fibra de madera acetilada puede formarse mediante el proceso descrito anteriormente y puede comprender además una etapa de secado después de la etapa de refinado.

20 Puede inyectarse una resina aglutinante en la fibra de madera durante la etapa de secado. La etapa de secado puede comprender pasar la fibra a través de uno o más calentadores que comprenden una entrada y una salida.

25 En la presente invención, el término "fibra(s) de madera", como se aplica a materiales para uso en la producción de artículos hechos de fibra de madera, no incluye fibras unidas naturalmente dentro de una pieza de madera, sino que se refiere al material obtenido cuando la madera se ha descompuesto (mediante procesamiento) en material en partículas. Puede considerarse material de madera triturada. De particular interés en la presente invención es la materia en partículas que es de naturaleza fibrosa y de un tipo adecuado para uso en la fabricación de un tablero de fibra tal como MDF.

30 En la presente invención se hace referencia al agua y al vapor. El experto en la materia apreciará que los dos términos se utilizan para diferenciar entre agua (calentada o no) en forma líquida y agua en su forma gaseosa. Por ejemplo, cuando se agregan agua y vapor, está claro que esto significa que se agregan tanto agua líquida como vapor gaseoso.

Breve descripción de los dibujos

35 La Figura 1 muestra un diagrama de flujo del proceso hasta la etapa del refinado que incluye las etapas de adición de humedad.
La Figura 2 muestra un diagrama de flujo de las etapas de calentamiento del proceso

Descripción detallada

40 La presente invención se describirá ahora con referencia a los dibujos adjuntos.

45 La Figura 1 muestra una instalación típica adecuada para el procesamiento de tableros de fibra de madera en tableros de fibra y para la formación de MDF a partir de la fibra. El proceso se ha modificado para permitir el procesamiento de astillas de madera acetiladas en fibra y la formación de tableros de fibra a partir de la fibra. El proceso general para la formación de los tableros de fibra se describirá a continuación y se destacarán las modificaciones del proceso típico de MDF para permitir el procesamiento de elementos de madera acetilada.

50 El material de madera acetilado se corta en astillas 1 y se mantiene en el almacenamiento 2 hasta que se requiera para el procesamiento.

55 Puede utilizarse una variedad de materiales de madera acetilada. Sin embargo, las fuentes preferidas para el material de partida incluyen álamo temblón, pino radiata, pino de postes, cedro japonés, ciprés japonés, alerce, abeto blanco y picea.

60 Las piezas o elementos de madera acetilada se recogen mediante una tolva 3 de alimentación y se transportan a lo largo de un transportador 4 de alimentación a una tolva 5 de compensación. Preferiblemente, los elementos se introducen en la tolva a una velocidad de aproximadamente 20 m³/h. Preferiblemente, el tamaño promedio de los elementos de madera en esta etapa es de aproximadamente 25 mm x 25 mm x 6 mm. Con el fin de mantener tal velocidad, la tolva 5 de compensación tiene preferiblemente una capacidad de aproximadamente 7 m³. La tolva 5 de compensación tiene el efecto de cambiar un flujo de material inconsistente en un flujo controlado o un flujo constante.

65 Se agrega agua a la astilla 1 en la tolva 5 de compensación. Preferiblemente, se agrega un suministro de agua de red de aproximadamente 10 l/min cuando la astilla entra en la tolva. Se puede agregar agua a través de una serie de boquillas. En una realización preferida, se agrega agua a través de cuatro boquillas en la parte superior de la tolva de compensación. Esto tiene el efecto de agregar humedad a la superficie y reducir la generación de polvo. Esta es una

etapa adicional en comparación con el procesamiento de madera no acetilada. Dicha etapa no es necesario en el procesamiento de elementos de madera no acetilados debido al mayor contenido de humedad de la madera no acetilada. Se inyecta vapor a una presión de 9 bares (0.9 MPa) en la base de la tolva de compensación a una velocidad preferiblemente en un rango de 1900 kg/ha 2200 kg/h, por ejemplo, a aproximadamente 2099 kg por hora. En una realización preferida, se agrega vapor a una temperatura de aproximadamente 180 °C. El vapor se puede agregar a través de boquillas en la base de la tolva. En una realización preferida, se agrega vapor a través de tres boquillas colocadas a 120 °C a aproximadamente 300 mm de la base de la tolva.

El rendimiento de las astillas depende de la velocidad de la línea al final del proceso de formación del tablero, es decir, depende de la cantidad de tableros que se produzca por hora. Si la velocidad de la línea es de 10 m³ por hora, el rendimiento de las astillas será de 10 m³ por hora.

Preferiblemente, se agrega vapor a una tasa bastante constante. La velocidad lineal es preferiblemente de 10 m³ por, con una variación de aproximadamente el 10 %. La tasa de adición de vapor no se ajustaría para esta variación. Esto tiene el efecto de calentar la astilla. La astilla se calienta para ablandarla.

Debido al bajo contenido de humedad de la astilla acetilado, el tiempo necesario para calentar la astilla es mayor en comparación con la astilla no acetilado. Como tal, la etapa de vaporización o calentamiento puede dividirse y llevarse a cabo en dos ubicaciones. La primera etapa de calentamiento puede tener lugar en la tolva 5 de compensación como se describió anteriormente donde la astilla se calienta a aproximadamente 100 °C y el segundo ocurre más tarde en el proceso, en un digestor 8 (como se describe a continuación). Esto permite agregar tiempo adicional al proceso de calentamiento sin afectar el rendimiento de la planta. En una realización con una capacidad de funcionamiento de la tolva de 5 m³ y una velocidad de línea de 10 m³ por hora, la astilla permanecerá en la tolva de compensación durante aproximadamente 30 minutos antes de salir de la tolva.

Después de calentarse parcialmente en la tolva 5 de compensación, la astilla 1 de madera acetilada pasa a través de un vertedor 22. En una realización preferida, las dimensiones del vertedor son de aproximadamente 600 mm x 600 mm. El agua se agrega al vertedor a una velocidad preferiblemente en un rango de 20 l/min a 30 l/min, por ejemplo, a aproximadamente 25 l/min a la astilla 1. (El agua está a la temperatura de un suministro de agua de red. En este punto en el proceso, el volumen de la astilla depende de la velocidad de la línea, el tamaño de la astilla es el mismo que cuando salió de la tolva de compensación, ya que no ha habido ningún cambio mecánico diferente de calentar la astilla). El agua se agrega utilizando dos puntos de inyección en el vertedor 22. En una realización preferida, el agua se agrega desde los puntos de inyección a 500 mm de la base del vertedor. Esta es una etapa adicional en comparación con el procesamiento de madera no acetilada. Se agrega una ventana al área de la tolva 5 de compensación que contiene la astilla parcialmente vaporizada. La observación de la astilla a través de esta ventana permite monitorizar y verificar el nivel de astilla insertada. Esto ayuda al control del proceso al permitir que se detecten bloqueos con la astilla acetilada calentada y humedecida.

Desde la tolva 5 de compensación, la astilla 1 de madera acetilada pasa a través de un alimentador 6 tipo sinfín de tapón modificado. El alimentador tipo sinfín de tapón modificado se modifica en el sentido de que se diferencia de un alimentador tipo sinfín de tapón normalmente utilizado para la alimentación de madera no acetilada. El área 7 de compactación del sinfín se reduce en comparación con la de un alimentador normalmente utilizado con madera no acetilada. Esto permite que la astilla de madera acetilada pase a través de esta sección del proceso. El propósito del sinfín de tapón en la fabricación normal de MDF es eliminar parte de la humedad de la astilla, cargar la astilla en el digestor 8 y mantener un sello en el digestor 8 que está a una presión de 9 bar (0.9 MPa). Las astillas acetiladas son más duras y mucho más secas que las astillas no acetiladas (el contenido de humedad inicial de las astillas acetiladas en el alimentador tipo sinfín es aproximadamente 12 % p/p, mientras que las astillas no acetiladas >50 % p/p). La astilla acetilada tiene menos humedad y es más frágil y tiene una densidad más alta que la madera no acetilada. Se necesita un compromiso en el diseño del sinfín para permitir que funcione en esta amplia gama de condiciones físicas de la astilla (es decir, permitir que el mismo sinfín de tapón funcione con la astilla acetilada más dura más densa más seca y la astilla no acetilada más húmeda, suave y ligera). La reducción de la compresión en el extremo del sinfín, manteniendo sus características de compresión a lo largo de su longitud, permite el paso final de la madera acetilada a través del alimentador tipo sinfín y también permite una compresión efectiva de los elementos de madera no acetilada cuando estos se procesan en otros momentos. El diseño de compromiso, es decir, la reducción de la compresión en el extremo del sinfín se puede lograr de acuerdo con la relación $L \times 0.1759$ y $D \times 0.734$. Por ejemplo, un sinfín de madera no acetilada de longitud $L = 2245$ mm y cuyo diámetro final $D = 150$ mm sobre una longitud de 250 mm tendrá un nuevo diámetro final reducido $D = 110$ mm sobre una longitud de 395 mm en una adaptación a un alimentador tipo sinfín acetilado. En una realización preferida, las dimensiones totales del alimentador tipo sinfín de tapón son aproximadamente 3900 mm x 420 mm. La carga del alimentador de tapón es del 25 al 35 % de la carga máxima, por ejemplo, la carga del alimentador de tapón es aproximadamente el 30 % de su carga máxima. En una realización preferida, el alimentador tipo sinfín de tapón está equipado con un motor de 338 kW. El rendimiento del alimentador tipo sinfín de tapón se limita a la velocidad de línea del proceso. El rendimiento máximo del alimentador tipo sinfín de tapón es de 20 m³ por hora en astillas no acetiladas. El rendimiento máximo para la astilla acetilada se limita a la velocidad de línea, que es de aproximadamente 10 m³ por hora. La velocidad del alimentador de tapón es preferiblemente del 15 % al 25 % de su máximo, por ejemplo, la velocidad del alimentador de tapón es aproximadamente el 20 % del máximo.

La astilla 1 de madera acetilada pasa del alimentador 6 tipo sinfín a un digestor 8. El digestor ablanda aún más los elementos de madera. La astilla 1 de madera se retiene en el digestor durante 6 minutos. Se inyecta vapor a aproximadamente 9 bar (0.9 MPa). En una realización preferida, se inyecta vapor a través de cuatro boquillas. Dos boquillas están ubicadas a cada lado del digestor. En una realización preferida, se inyecta vapor a 190 °C mediante inyección continua en el digestor a una velocidad preferiblemente en un rango de 2750 a 3048 kg/h. Por ejemplo, se inyecta vapor a una velocidad de aproximadamente 2898 kg por hora. La temperatura en el digestor se mantiene a aproximadamente 182 °C. Esta tasa de inyección de vapor es menor en comparación con el procesamiento de elementos de madera no acetilados, donde se puede esperar una tasa de 5000 kg por hora.

Los elementos de madera se descargan del digestor por medio del sinfín 9 de descarga interno a una tasa que depende de la velocidad de la línea. La acción de rotación A del sinfín de descarga transporta los elementos de madera sobre un sinfín 23 de cinta de alimentación desfibrador. Se inyecta agua en la carcasa del sinfín 23 de cinta de alimentación a una velocidad preferiblemente en el rango de 25 l/min a 35 l/min, por ejemplo, se inyecta agua a una velocidad de 30 l/min. En una realización preferida, se inyecta agua a través de dos boquillas a cada lado del sinfín a aproximadamente 450 mm desde el punto de entrada al sinfín. La inyección de agua es continua mientras la línea esté en funcionamiento. El agua inyectada tiene una temperatura preferiblemente en un rango de 50 °C a 98 °C, por ejemplo, a una temperatura de 90 °C. La astilla 1 se carga a través del sinfín 23 de cinta de alimentación en un refinador 24 de placas de baja energía.

La adición de agua caliente en el refinador de la manera descrita anteriormente es necesaria para lograr el equilibrio correcto entre el contenido de humedad y el contenido de calor de la astilla acetilada con el fin de mantener la fase de transición vítrea del elemento de madera. Por el contrario, no es necesaria ninguna inyección de agua en el procesamiento de elementos de madera no acetilados cuando la astilla llega al refinador 24 con la combinación correcta de humedad/temperatura para mantener el estado de transición vítrea. El punto de transición vítrea no es un punto definido fijo. El proceso trata con una madera natural que por su naturaleza no es uniforme en su composición y consistencia. Entonces, la calidad de la fibra producida en el refinador indicará que se ha alcanzado el punto de transición vítrea.

Después de ser alimentado por el alimentador 23 tipo sinfín de cinta en el refinador 24, la astilla 1 se retiene en el refinador 24. La tasa de alimentación en el refinador depende de nuevo de la velocidad de la línea. En el refinador se mantiene una presión diferencial en un rango preferiblemente de 0.0063 a 0.0103 bar (630 Pa - 1030 Pa), por ejemplo, se mantiene una presión diferencial de aproximadamente 0.0083 bar (830 Pa). La posición de la válvula de soplado del refinador se mantiene al 22 % de la apertura total. La presión de entrada en el refinador proviene de la presión en el digestor de aproximadamente 9 bar (0.9 MPa). Como tal, el refinador se encuentra esencialmente a una presión de 9 bares. La válvula de soplado se utiliza para regular el flujo de material a través del refinador. La presión diferencial es un medio para controlar este flujo. Por ejemplo, para tableros de fibra de madera, con la válvula de soplado abierta al 56% de la apertura total, no se mantiene mucha contrapresión cuando el material sale del refinador, por lo que la diferencia en la presión de entrada del digestor y la presión del refinador, es decir, la presión diferencial, es 0.1712 bar (17 KPa) (9 bar (0.9 MPa) en el digestor 8.8288 bar (0.882 MPa) en el refinador actual).

Para madera acetilada, la válvula de soplado se cierra al 22 % de la apertura total. Esto da como resultado que la presión de entrada del digestor se mantenga en el refinador, por lo que la "presión diferencial" se reduce a 0.0083 bar (830 Pa). Esta medición de presión diferencial indica un tiempo de retención dentro del refinador que se correlaciona con la cantidad de tiempo que la madera está en el refinador transformándose en fibra. Si está en el refinador durante demasiado tiempo, la fibra de madera se convierte en finos o polvo que no se pueden utilizar en mdf. Si está en el refinador por un tiempo demasiado corto, no se refina lo suficiente y se producen trozos que no pueden utilizarse para hacer mdf. En una realización preferida, el refinador consta de dos discos, uno fijo y el otro que gira a aproximadamente 1490 rpm. Los discos tienen un espacio de unos 14 mm. La lechada de astilla ingresa por el centro del refinador de manera similar a una bomba centrífuga y viaja hacia el exterior del disco. Durante esta ruta se frota y corta, lo que convierte la astilla en fibra. El diámetro de los discos es de aproximadamente 1.5 m, por lo que para una velocidad de línea de 10 m³ por hora y una rpm de 1490, un espacio de 14 mm, el tiempo de retención en el refinador será de aproximadamente 0.115 segundos. Nuevamente, el tiempo de retención se ajusta con precisión mediante el espacio de la placa y una válvula de descarga. Lo que finalmente impulsa el ajuste fino es la 'calidad' de la fibra en la línea de formación. Nuevamente, el proceso trata con una astilla natural que es inconsistente, de ahí el rango de parámetros. El tamaño de la fibra se mide al tamizar los elementos de madera a través de mallas con diferentes tamaños de apertura. Como tal, se puede esperar que se produzca tableros de "buena calidad" con aproximadamente los siguientes tamaños de fibra: 0 % tamaño de malla de >4 mm, 2 % > 2 mm, 8 % > 1,25 mm, 15 % > 0.8 mm, 18 % > 0.5 mm, 20 % > 0.25 mm, 20 % > 0.125 mm y 17 % < 0.125 mm.

Pueden establecerse otras condiciones de funcionamiento del refinador 24 como sigue: la velocidad del sinfín de alimentación del refinador opera preferiblemente en un rango de 28 a 48 % del máximo, por ejemplo, la velocidad del sinfín de alimentación puede ser aproximadamente el 38 % del máximo. La carga del sinfín de alimentación del refinador está preferiblemente en un rango del 18 al 28 % del máximo, por ejemplo, la carga del sinfín de alimentación puede ser aproximadamente el 23 % del máximo. La velocidad del sinfín de alimentación no es una condición establecida, ya que depende de la velocidad de la línea, por ejemplo, si la velocidad de la línea cae a 5 m³ p/h, el sinfín

de alimentación también bajará a esta cantidad. La posición de la placa refinadora está preferiblemente en un rango de 13 mm a 17 mm, por ejemplo, la posición de la placa refinadora puede ser de aproximadamente 15 mm. La presión hidráulica de la cámara está preferiblemente en un rango de 10 a 14 bar (0.1 a 1,4 MPa), por ejemplo, la presión puede ser de aproximadamente 12 bar (1,2 MPa). La potencia de accionamiento principal del refinador está preferiblemente en un rango de 539 kw/ha 739 kw/h, por ejemplo, la potencia de accionamiento puede ser 639 kw/h. En una realización preferida, el motor del refinador tiene un tamaño de aproximadamente 3150 kW. La eficiencia del refinador está preferiblemente en un rango de 79 kW/t a 99kW/t, por ejemplo, la eficiencia puede ser 89kW/t.

Las fibras del refinador se pasan a través de una válvula 10 de soplado y luego a través de una línea de soplado hasta un secador 12 de etapa 1 (Figura 2). La tasa de paso o el volumen de fibra que pasa dependen de la velocidad de la línea. En una realización preferida, el diámetro de la línea de soplado es de aproximadamente 100 mm. Las fibras 1 de madera acetiladas del refinador 8 se recubren con una resina aglutinante tal como metilendifenil diisocianato (MDI). La resina aglutinante al 6% p/p se inyecta en la línea 10 de soplado desde el refinador 24 al Secador 12 de la Etapa 1. En una realización preferida, la resina se inyecta en un flujo continuo mediante una inyección de un solo punto. La inyección en la realización preferida es a través de una boquilla a aproximadamente 1.5 m de la salida del refinador. Adicionalmente, se pueden agregar a la resina aglutinante agentes de curado, catalizadores de curado, aceleradores de curado, diluyentes, espesantes, compuestos adhesivos, agentes dispersantes y agentes repelentes de agua.

En comparación, para un proceso de tableros de fibra de madera, se inyecta resina aglutinante en la línea de soplado al 4% p/p. Para evitar que la humedad en la fibra acetilada se reduzca a niveles peligrosos y, por lo tanto, se corra el riesgo de explosión, se pueden cerrar las compuertas de los gases de combustión en el secador 12 de la etapa 1. También se puede abrir completamente una pila en la etapa 1 del secador para reducir las temperaturas en el secador.

La temperatura de entrada del Secador 12 de la Etapa 1 se controla preferiblemente a una temperatura en un rango de 84 °C a 104 °C, por ejemplo, la temperatura puede controlarse a aproximadamente 94 °C. La temperatura de salida de la Etapa 1 se controla preferiblemente a una temperatura en un rango de 45 °C a 65 °C, por ejemplo, la temperatura puede controlarse a aproximadamente 55 °C. El contenido de humedad de la fibra acetilada que sale del Secador 12 de la Etapa 1 es de aproximadamente el 11% p/p. La fibra se seca hasta que se mide su contenido de humedad en aproximadamente 11% p/p.

La fibra acetilada continúa desde el secador 12 de la etapa 1 hasta el Secador 13 de la Etapa 2. La temperatura de entrada del secador 13 de la etapa 2 se controla preferiblemente a una temperatura en un rango de 52 °C a 72 °C, por ejemplo, la temperatura puede ser controlada a aproximadamente 62 °C. La temperatura de salida del secador 13 de la Etapa 2 se controla preferiblemente a una temperatura en un rango de 28 °C a 48 °C, por ejemplo, la temperatura puede controlarse a aproximadamente 38 °C. El contenido de humedad de la fibra acetilada que sale del Secador 13 de la Etapa 2 es de aproximadamente el 8 % p/p. La fibra se seca hasta que se mide su contenido de humedad en aproximadamente 8 % p/p.

Experimental

La humedad cumple una función integral en la composición de la fibra de madera en la fabricación de tableros de fibra como los tableros MDF. La humedad de la fibra cumple una serie de funciones. Permite lograr una distribución uniforme del calor en la prensa de formación a través de las fibras, y es necesaria para iniciar la acción de unión química con la resina MDI. Los huecos internos se forman en un panel de MDF cuando el calor producido en la prensa de formación hace que la humedad se evapore a una tasa en el proceso de formación que impide su escape a través de la superficie del tablero. Las imperfecciones de la superficie se producen en la prensa de formación cuando la humedad escapa a través de la superficie del tablero después de que el tablero ha salido de la prensa de formación. El factor principal en la formación de estos defectos surge del contenido de humedad real de la fibra de madera al comienzo del proceso. Otros factores que influyen en la formación de los defectos se encuentran en las condiciones de temperatura, velocidad y presión experimentadas por el panel en la prensa de formación. Si bien estos pueden influir en la formación de los defectos, el contenido de humedad es el principal contribuyente. Las imperfecciones superficiales y los huecos internos también pueden ocurrir por falta de humedad. El mecanismo que causa los defectos radica en la falta de humedad necesaria para iniciar la acción de unión química del MDI o el proceso de curado que se produce en la prensa de formación.

Los datos empíricos indican que un contenido de humedad de la fibra del 12 % aumenta la incidencia de huecos internos y defectos superficiales que se forman en el proceso de prensado en la fabricación de MDF hasta un 98 % a 100 % de la producción total.

El perfil de ingrediente típico de la fibra que ingresa a la prensa de formación sería: Fibra de Madera 80 %, resina MDI 6%, Cera de Liberación 2 %, humedad 12 %

La fibra de madera acetilada tiene características inherentes que diferencian su comportamiento reactivo bajo las condiciones de procesamiento de la fibra de madera. Su estructura molecular ha sido alterada por la sustitución de algunos de los grupos hidroxilo por grupos acetilo, esta sustitución imparte un grado de hidrofobicidad a los elementos

de fibra acetilados. Como consecuencia de la sustitución molecular, la densidad de la fibra aumenta en aproximadamente un 20 %.

5 Se llevaron a cabo pruebas de los efectos de diferentes niveles de humedad sobre los niveles de defectos de acuerdo con los parámetros siguientes. Al comparar los resultados, cada panel en formato de tamaño de 1220 x 2440 mm se pasó por debajo del detector ultrasónico Imal. Cualquier defecto reconocido por el detector provocaría el rechazo del tablero. Los resultados tabulados son el porcentaje de tableros rechazados durante cada prueba de puntos de ajuste de humedad de fibra diferente.

10 Composición de la fibra

Fibra de Madera Acetilada 80 %, resina MDI 6%, Cera de Liberación 2 %, humedad variada.
 Temperatura de la prensa de formación 180 °C,
 Presión de la prensa de formación 18,7 kgf/cm²

15 Detección de defectos: Detector de ampollas por soplado Ultrasónico Imal.

El Perfil de Prensa de Formación para cada uno de los tableros de muestra se muestra en la Figura A a continuación.

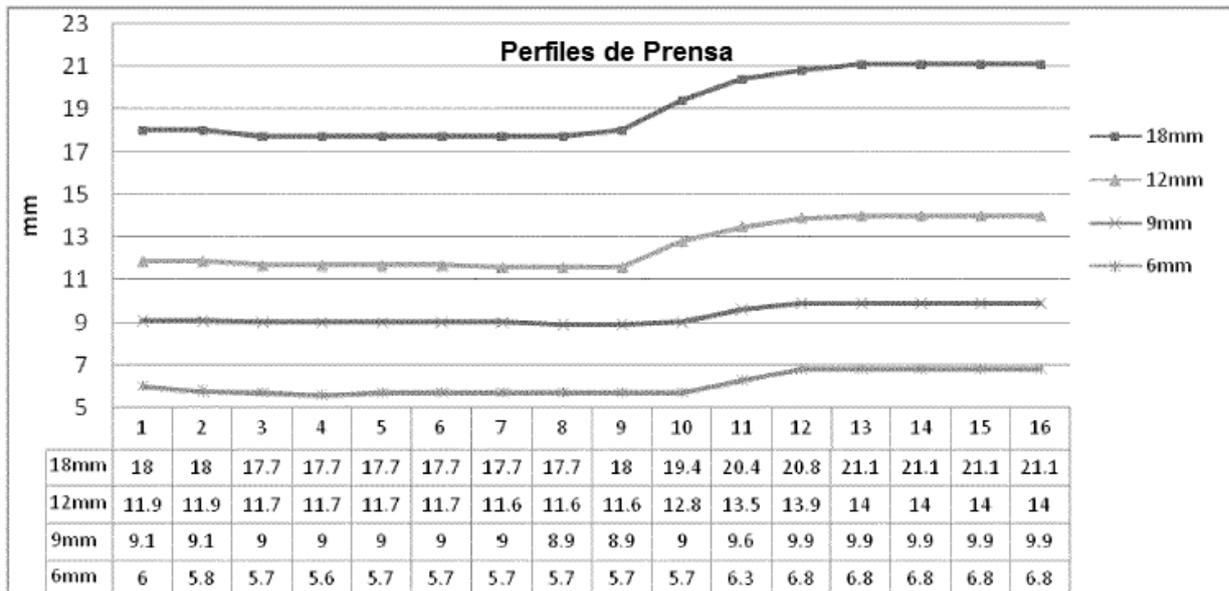


Figura A

20 Resultados:

La Tabla I muestra el porcentaje de tableros rechazados debido a defectos para varios grosores de tableros (6 a 18 mm) en el rango de humedades de las fibras (3 % a 12 %).

25 Por ejemplo, para un tablero de 9 mm de grosor con un contenido de humedad del 8 %, se rechaza el 4,4% de los tableros.

Tabla I

	12%	9%	8%	7%	6%	5%	4%	3%
18 mm	98%	52%	4.29	1.2	1.1	4.51	48.19	96.9
12 mm	95%	54%	4.0%	1.1%	1.0%	4.8%	50%	97%
9 mm	97%	50%	4.4%	1.2%	1.1%	4.6%	48%	96%
6 mm	100%	52%	4.1%	1.3%	1.09%	4.5%	47%	96%

30 La Tabla II muestra el porcentaje de tableros rechazados debido a defectos para el grosor del tablero de 12 mm por encima del rango de humedad de las fibras (5.5 % a 7.5 %).

35 Por ejemplo, para un tablero de 12 mm de grosor con un contenido de humedad del 6.5 %, se rechaza el 0.091% de los tableros.

Tabla II

ES 2 814 960 T3

	7.5%	7	6.8%	6.5%	6%	5.5%
12 mm	1.9%	1.17%	0.2%	0.091%	1.1%	2.0%

Conclusiones

5 La primera serie de pruebas a diferentes niveles de humedad en 4 grosores diferentes de tableros confirmó que el grosor del tablero tenía poca influencia en la formación de defectos dentro del tablero. Por lo tanto, las pruebas adicionales a diferentes niveles de humedad se limitaron a un solo grosor. Los datos de prueba generados a partir de esta serie de pruebas a diferentes niveles de humedad sugieren que a un nivel de humedad del 5.5 % al 7.5 %, el porcentaje de paneles rechazados disminuye al 2 %, mientras que un nivel de humedad en el rango del 6% al 7 % reducirá la mitad de este nivel de rechaza. Idealmente, un rango de 6.5 % a 6.8 % minimizará la formación de defectos.

10 Las palabras “comprende/que comprende” y las palabras “que tiene/que incluye” cuando se utilizan en este documento con referencia a la presente invención se utilizan para especificar la presencia de características, números enteros, etapas o componentes declarados, pero no excluyen la presencia o adición de una o más características, números enteros, etapas, componentes o grupos de los mismos.

15

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un proceso para formar fibra de madera para la fabricación de tableros de fibra que comprenden descomponer madera acetilada para producir fibra de madera acetilada que tiene un contenido de humedad desde 5 % p/p hasta 8.5 % p/p después de que se tritura para formar fibra de madera, en la que el contenido de humedad de la madera acetilada se ajusta al agregar humedad en más de una etapa de procesamiento, en el que el proceso comprende una primera etapa de introducción de humedad para aumentar el contenido de humedad de los elementos de madera acetilada; y
- 10 una segunda etapa de introducción de humedad, separarla de la primera, para aumentar el contenido de humedad de los elementos de madera acetilada, en el que la primera etapa de introducción de humedad comprende introducir agua, e introducir vapor a una temperatura en el rango de 160 °C a 190 °C para calentar la madera acetilada, en el que la segunda etapa de introducción de humedad comprende introducir vapor a una temperatura en el rango de 170 °C a 210 °C para calentar la madera acetilada,
- 15 2. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la primera etapa de introducción de humedad y la segunda etapa de introducción de humedad se llevan a cabo después de la acetilación y antes de dicha etapa de trituración para formar fibra de madera.
- 20 3. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1 en el que la fibra de madera se forma a partir de descomponer piezas de madera tales como astillas de madera.
- 25 4. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que una primera etapa de introducción de humedad comprende introducir agua, e introducir vapor para calentar la madera acetilada en la forma de astilla de madera acetilada.
- 30 5. El proceso de la reivindicación 1 en el que la segunda etapa de introducción de humedad comprende introducir vapor para calentar la madera acetilada en la forma de astilla de madera acetilada.
- 35 6. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que la madera acetilada está en la forma de piezas de madera y se realiza una primera etapa de introducción de humedad en un receptáculo que contiene las piezas de madera acetilada.
- 40 7. El proceso de la reivindicación 6 en el que las piezas de madera son astillas de madera.
- 45 8. El proceso de la reivindicación 6 o 7 en el que el receptáculo es un receptáculo de sujeción para cargar la madera acetilada para procesamiento adicional.
- 50 9. El proceso de la reivindicación 8 en el que el receptáculo es un receptáculo de control de compensación.
- 55 10. El proceso de la reivindicación 9 en el que el receptáculo de control de compensación es una tolva de compensación para alimentación consistente de la madera acetilada para procesamiento adicional.
11. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que la madera acetilada se trata en un digestor y se agrega humedad a la madera acetilada en el digestor.
12. El proceso de la reivindicación 11 en el que agregar humedad a la madera acetilada en el digestor es la segunda etapa de introducción de humedad.
13. Un proceso para formar un artículo a partir de una fibra de madera acetilada formada por el proceso de cualquiera de las reivindicaciones precedentes y; formar la fibra de madera en un artículo al unir la fibra de madera utilizando un agente de unión adecuado tal como una resina.
14. Un artículo producir a partir del proceso de la reivindicación 13.
15. Un artículo de acuerdo con la reivindicación 14 que es tablero de fibra.

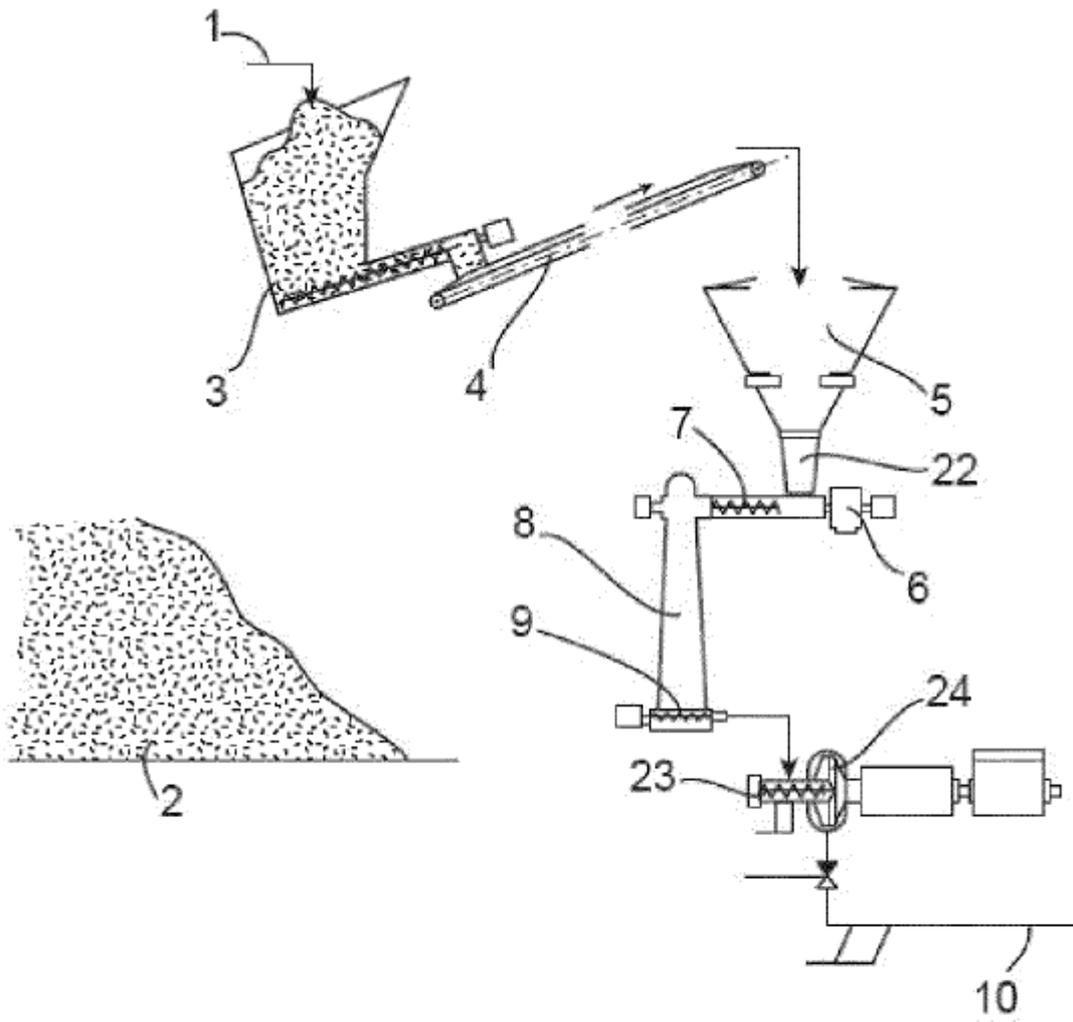


Figura 1

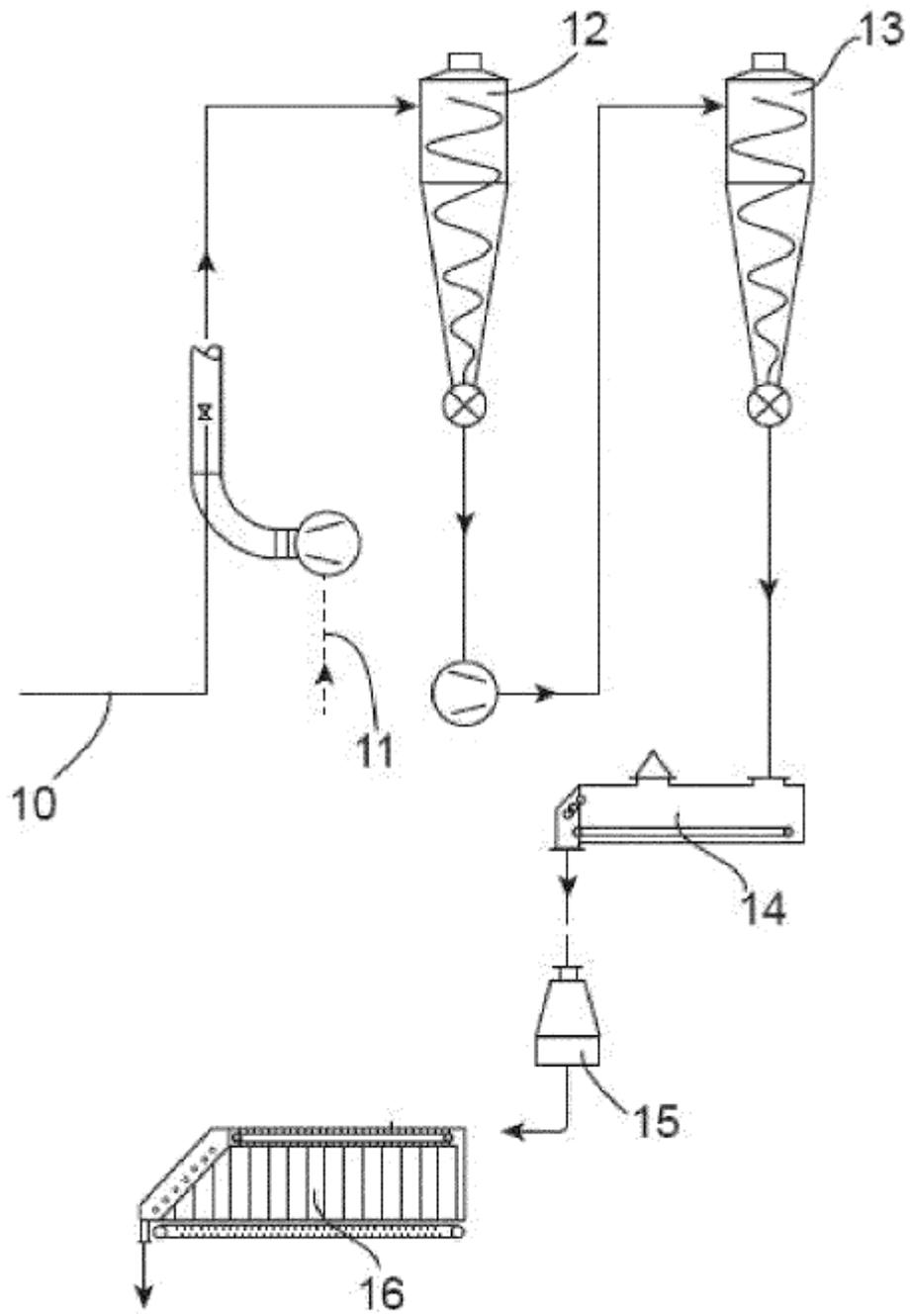


Figura 2