

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 985 274**

51 Int. Cl.:

D21H 27/38 (2006.01)

D21H 11/04 (2006.01)

D21H 15/02 (2006.01)

D21H 21/52 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.01.2019** **PCT/US2019/014174**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.07.2020** **WO20149849**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2019** **E 19910331 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2024** **EP 3911799**

54 Título: **Papel tisú en capas que comprende fibras de pulpa de madera largas y de alta aspereza**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.11.2024

73 Titular/es:

KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC. (100.0%)
2100 Winchester Road
Neenah, Wisconsin 54956, US

72 Inventor/es:

SHANNON, THOMAS GERARD;
LINDSAY, STEPHEN MICHAEL;
THOMPSON, BRENT MERRIK y
UNDERHILL, RICHARD LOUIS

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

ES 2 985 274 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

Papel tisú en capas que comprende fibras de pulpa de madera largas y de alta aspereza

5 Antecedentes de la descripción

Los fabricantes de papel, y en particular los fabricantes de papel tisú, han buscado durante mucho tiempo equilibrar la resistencia y suavidad de los productos de papel al tratar o alterar la pasta de papel para la fabricación de papel. Por ejemplo, una práctica común en la fabricación de productos de papel tisú es proporcionar dos pastas de papel (o

10 fuentes) de fibra de pulpa de madera. A veces, se usa un sistema de dos pastas de papel en el que la primera pasta de papel comprende una fibra de pulpa de madera que tiene una longitud de fibra relativamente corta, tal como una fibra de pulpa kraft de madera dura, y la segunda pasta de papel se fabrica de fibra de pulpa de madera que tiene una longitud de fibra relativamente larga, tal como fibra de pulpa kraft de madera blanda. La pasta de papel de fibra corta puede usarse para proporcionar al producto terminado una sensación manual más suave, mientras que la pasta de

15 papel de fibra larga puede usarse para proporcionar al producto terminado una mayor resistencia.

Aunque la suavidad de la superficie de los productos de papel tisú es un atributo importante, un segundo elemento de la suavidad en general es la rigidez. La rigidez puede medirse a partir de la pendiente de tensión de la curva de tensión-deformación. Cuanto menor sea la pendiente, menor será la rigidez y mejor será la suavidad general que mostrará el

20 producto. La rigidez y la resistencia a la tracción se correlacionan positivamente, sin embargo, con una resistencia a la tracción dada, las fibras más cortas mostrarán una mayor rigidez que las fibras largas. Aunque no se desea estar limitado por la teoría, se cree que este comportamiento se debe al mayor número de enlaces de hidrógeno necesarios para producir un producto de una resistencia a la tracción dada con fibras cortas que con fibras largas. Por lo tanto, las fibras largas fácilmente plegables de baja aspereza, tales como las proporcionadas por las fibras (NSWK) de

25 madera blanda del norte típicamente proporcionan la mejor combinación de durabilidad y suavidad en productos de papel tisú cuando esas fibras se usan en combinación con fibras Kraft de madera dura como las fibras de madera dura Kraft de eucalipto. Mientras que las fibras Kraft de madera blanda del norte tienen una mayor aspereza que las fibras de eucalipto, el grosor de la pared celular pequeña en relación con el diámetro del lumen combinado con su longitud larga las convierte en el candidato ideal para optimizar la durabilidad y la suavidad del papel tisú.

Por desgracia, el suministro de NSWK se encuentra bajo una presión significativa tanto económica como medioambientalmente. Como tal, los precios del NSWK han aumentado significativamente, lo que ha creado la necesidad de encontrar alternativas para optimizar la suavidad y la resistencia de los productos de papel tisú. Otro

30 tipo de fibra de madera blanda es el kraft de madera blanda del sur (SSWK) ampliamente usado en pulpa de celulosa que contiene productos absorbentes tales como pañales, productos absorbentes para el cuidado femenino y productos para la incontinencia. Desafortunadamente, aunque no están bajo las mismas presiones ambientales y de suministro que NSWK, las fibras de SSWK se han considerado ampliamente inadecuadas para fabricar productos de papel tisú blandos debido a su aspereza relativamente alta. La alta aspereza resulta de que las fibras SSWK tienen una pared celular ancha y un lumen estrecho, lo que reduce la flexibilidad de la fibra y a menudo resulta en productos de

35 sensación más rígida y dura en comparación con los producidos con NSWK.

Como tal, existe actualmente una necesidad de un producto de papel tisú formado a partir de una fibra que mejorará la durabilidad sin afectar negativamente otras propiedades importantes del producto, tales como la suavidad.

45 Breve descripción de la invención

Ahora se ha descubierto sorprendentemente que la fracción de fibra corta de baja aspereza de la pasta de papel para fabricar papel tisú puede sustituirse por fibras largas de pulpa de madera y más específicamente fibras de pulpa de

50 madera largas de alta aspereza que tienen una longitud de fibra promedio, que se usa en la presente descripción se refiere a la longitud de fibra promedio ponderada de longitud, mayor que aproximadamente 2,0 mm y una aspereza de 20 mg/100 m o mayor, sin afectar negativamente a propiedades importantes del papel tisú tales como durabilidad o suavidad. En algunos casos, las propiedades del producto de papel tisú pueden mejorarse realmente al sustituir la fibra de pulpa de madera corta y de baja aspereza por pulpa de madera larga y de alta aspereza. Por ejemplo, en una modalidad, la presente invención proporciona un papel tisú suave y duradero que comprende de aproximadamente 5

55 a aproximadamente 20 por ciento en peso (% en peso) de fibra de pulpa de madera larga y de alta aspereza y que tiene un valor de TS7 menor que aproximadamente 12,0 dB V² rms. Sorprendentemente, las propiedades anteriores son comparables o mejores que las observadas en productos de papel tisú fabricados de manera similar que consisten esencialmente en fibras cortas de pulpa de madera, de baja aspereza y fibras largas de pulpa de madera de baja aspereza.

60 En una modalidad, la presente invención proporciona un producto de papel tisú que comprende al menos una trama de papel tisú multicapa que tiene una primera y segunda capas exteriores y una capa intermedia dispuesta entre ellas, en donde la primera y la segunda capa exterior comprenden fibras cortas de pulpa de madera que tienen una longitud promedio de fibra de menos de 1,2 mm, y de aproximadamente 5 a aproximadamente 20 % en peso de largo, fibra

65 celulósica de alta aspereza que tiene una longitud de fibra promedio mayor que aproximadamente 2,0 mm y una aspereza de 20 mg/100 m o más, en donde la capa intermedia contiene menos de aproximadamente 0,25 % en peso

de fibra larga de alta aspereza, el producto de papel tisú que tiene una tracción media geométrica (GMT) de aproximadamente 700 a aproximadamente 1,200 g/3" (g/7,62 cm) y un TS7 de menos de aproximadamente 12,0 dB V² rms, en donde la aspereza se mide de acuerdo con el procedimiento de prueba descrito en la presente descripción.

En otras modalidades, la presente invención proporciona un método para formar una trama de papel tisú que comprende las etapas de proporcionar una primera pasta de papel de fibra que consiste esencialmente en fibras cortas de pulpa de madera que tienen una longitud promedio de fibra de menos de 1,2 mm y larga, fibras celulósicas de alta aspereza que tienen una longitud de fibra promedio mayor que aproximadamente 2,0 mm y una aspereza de 20 mg/100 m o mayor; proporcionar una segunda pasta de papel de fibra que comprende fibras largas de pulpa de madera de baja aspereza que tienen una longitud de fibra promedio mayor que aproximadamente 2,0 mm y una aspereza menor que 20 g/100 m; depositar la primera pasta de papel de fibra sobre una tela de formación para formar una primera capa de contacto con el tejido; depositar la segunda pasta de papel de fibra adyacente a la primera pasta de papel de fibra para formar una capa intermedia; depositar la primera pasta de papel de fibra adyacente a la capa intermedia para formar una primera capa de contacto con el aire; deshidratar parcialmente la trama húmeda; secar la trama húmeda; convertir la trama de papel tisú en un producto de papel tisú que tiene GMT de aproximadamente 700 a aproximadamente 1,200 g/3" (g/7,62 cm) y un valor de TS7 menor que aproximadamente 12,0 dB V² rms.

Definiciones

Como se usa en la presente, el término "Fibra" significa una partícula alargada que tiene una longitud aparente que excede en gran medida su ancho aparente. Más específicamente, y como se usa en la presente, fibra significa tales fibras adecuadas para un proceso de fabricación de papel y más particularmente el proceso de fabricación de papel tisú.

Como se usa en la presente, el término "Fibra celulósica" significa una fibra compuesta de o derivada de celulosa.

Como se usa en la presente, el término "Longitud Promedio de Fibra" se refiere a la longitud promedio ponderada de fibra (LWAFL) de fibras determinadas mediante el uso del analizador de calidad de fibra OpTest, modelo FQA-360 (OpTest Equipment, Inc., Hawkesbury, ON). De acuerdo con el procedimiento de prueba, una muestra de pulpa se trata con un líquido macerante para garantizar que no haya grupos de fibras ni agramizas. Cada muestra de pulpa se desintegra en agua caliente y se diluye en una solución de aproximadamente el 0,001 por ciento. Las muestras de prueba individuales se extraen en porciones de aproximadamente 50 a 100 ml de la solución diluida cuando se analizan mediante el uso del procedimiento estándar de prueba de análisis de fibras del Analizador de Calidad de Fibras OpTest. El promedio ponderado de la longitud de la fibra puede expresarse mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Longitud media ponderada de la fibra} = \frac{\sum_i n_i l_i^2}{\sum_i n_i l_i}$$

Las fibras se agrupan en varias clases de longitud y n_i es el número de fibras en la clase de longitud l_i .

Como se usa en la presente, el término "Largo" cuando se refiere a una fibra celulósica, tal como una fibra de pulpa de madera, generalmente se refiere a una fibra que tiene una longitud promedio de la fibra de 1,2 mm o mayor, y con mayor preferencia mayor que aproximadamente 1,5 mm y aún con mayor preferencia mayor que aproximadamente 1,8 mm, tal como de 1,2 a aproximadamente 3,0 mm y con mayor preferencia de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 2,5 mm.

Como se usa en la presente, el término "Corto" cuando se refiere a una fibra celulósica, tal como una fibra de pulpa de madera, generalmente se refiere a una fibra que tiene una longitud promedio de la fibra de menos de 1,2 mm, tal como de aproximadamente 0,4 a aproximadamente 1,0 mm, tal como de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 0,75 mm, y con mayor preferencia de aproximadamente 0,6 a aproximadamente 0,7 mm. Un ejemplo de fibras celulósicas cortas útiles en la presente invención son las fibras de pulpa de madera dura, que pueden derivarse de maderas duras seleccionadas del grupo que consiste en Acacia, Eucalipto, Arce, Roble, Álamo, Abedul, Algodonero, Aliso, Fresno, Cerezo, Olmo, Nogal, Álamo, Goma, Nogal, Algarrobo, Sicomoro y Haya.

Como se usa en la presente, el término "Aspereza" significa la masa de fibra por unidad de longitud de fibra no ponderada que se informa en unidades de miligramos por cada cien metros de longitud de fibra no ponderada (mg/100 m) como se mide mediante el uso de un dispositivo de medición de grosor de fibra adecuado tal como el Analizador de Calidad de Fibra OpTest anterior. La aspereza de la pulpa es un promedio de tres mediciones de aspereza de tres especímenes de fibra extraídos de la pulpa. La operación del analizador para medir la aspereza es similar a la operación para medir la longitud de la fibra descrita anteriormente.

Como se usa en la presente, el término "Baja aspereza" cuando se refiere a una fibra celulósica, tal como una fibra de pulpa de madera, generalmente se refiere a una fibra que tiene una aspereza de menos de 20 mg/100 m y con mayor preferencia 18 mg/100 m o menos y aún con mayor preferencia 15 mg/100 m. Las fibras de baja aspereza ilustrativas

incluyen fibras de pulpa kraft derivadas de pino lodgepole (*Pinus contorta*), pino Jack (*Pinus banksiana*) y/o abeto blanco (*Picea engelmannii*, *Picea glauca*, etc.).

Como se usa en la presente, el término "Alta aspereza" cuando se refiere a una fibra celulósica, tal como una fibra de pulpa de madera, generalmente se refiere a una fibra que tiene una aspereza de 20 mg/100 m o mayor, tal como aproximadamente 21 mg/100 m o mayor, tal como aproximadamente 22 mg/100 m o mayor, tal como de 20 a aproximadamente 26 mg/100 m.

Como se usa en la presente, el término "Producto de Papel tisú" se refiere a productos hechos de tramas de papel tisú e incluye, pañuelos de baño, pañuelos faciales, toallas de papel, paños industriales, paños para servicios alimenticios, servilletas, almohadillas médicas y otros productos similares.

Como se usa en la presente, el término "Trama de Papel tisú" se refiere a un material en lámina fibrosa adecuado para su uso como un producto de papel tisú.

Como se usa en la presente, el término "Hojas" significa un elemento de producto discreto. Las hojas individuales pueden disponerse en yuxtaposición entre sí. El término puede referirse a una pluralidad de componentes tipo trama tales como en un papel tisú facial de múltiples hojas, papel tisú de baño, toalla de papel, paño o servilleta.

Como se usa en la presente, el término "Capa" se refiere a una pluralidad de estratos de fibras, tratamientos químicos, o similares, dentro de una hoja.

Como se usa en la presente, los términos "En capas", "Capas múltiples" y similares, se refieren a láminas fibrosas preparadas a partir de dos o más capas de pasta de papel de fabricación de papel acuosa que se componen preferentemente de diferentes tipos de fibra. Las capas se forman preferentemente a partir de la deposición de corrientes separadas de suspensiones de fibra diluidas, sobre una o más pantallas foraminosas sin fin. Si las capas individuales se forman inicialmente en pantallas foraminosas separadas, las capas se combinan subsecuentemente (mientras se humedecen) para formar una trama compuesta en capas.

Como se usa en la presente, el término "Sustancialmente Libre" cuando se usa en referencia a una capa dada de una trama fibrosa multicapa significa que la capa dada comprende menos de aproximadamente 0,25 % en peso de la fibra objeto, en peso de la capa. Las cantidades anteriores de fibra se consideran generalmente insignificantes y no afectan las propiedades físicas de la capa. Además, la presencia de cantidades insignificantes de fibras objetivo en una capa dada generalmente surge de fibras dispuestas en una capa adyacente, y no se han dispuesto a propósito en una capa dada. Por ejemplo, cuando se dice que una capa dada de una trama de papel tisú multicapa está sustancialmente libre de fibras largas de pulpa de madera de baja aspereza, la capa dada comprende generalmente menos de aproximadamente 0,25 por ciento de fibra de pulpa de madera larga y de baja aspereza, en peso de la capa.

Como se usa en la presente, el término "Peso Base" significa el peso en seco unitario por unidad de área de un papel tisú y se expresa generalmente como gramos por metro cuadrado (gsm). El peso base se mide mediante el uso del método de prueba TAPPI T-220. Aunque el peso base puede variar, los productos de papel tisú preparados de acuerdo con la presente invención y que comprenden una, dos o tres hojas, generalmente tienen un peso base mayor que aproximadamente 30 gsm, tal como de aproximadamente 30 a aproximadamente 60 gsm y con mayor preferencia de aproximadamente 35 a aproximadamente 45 gsm.

Como se usa en la presente, el término "Calibre" es el grosor representativo de una única lámina (el calibre de productos de papel tisú que comprenden dos o más hojas es el grosor de una única lámina de producto de papel tisú que comprende todas las hojas) medido de acuerdo con el método de prueba TAPPI T402 mediante el uso de un micrómetro automatizado EMVECO 200-A Microgage (EMVECO, Inc., Newberg, OR). El micrómetro tiene un diámetro de yunque de 2,22 pulgadas (56,4 mm) y una presión de yunque de 132 gramos por pulgada cuadrada (por 6,45 centímetros cuadrados) (2,0 kPa). El calibre de un producto de papel tisú puede variar en dependencia de una variedad de procesos de fabricación y el número de hojas en el producto, sin embargo, los productos de papel tisú preparados de acuerdo con la presente invención generalmente tienen un calibre mayor que aproximadamente 500 µm, con mayor preferencia mayor que aproximadamente 575 µm y aún con mayor preferencia mayor que aproximadamente 600 µm, tal como de aproximadamente 500 a aproximadamente 800 µm y con mayor preferencia de aproximadamente 600 a aproximadamente 750 µm.

Como se usa en la presente, el término "Volumen de lámina" se refiere al cociente del calibre (generalmente con unidades de µm) dividido por el peso base en seco unitario (generalmente con unidades de gsm). El volumen de lámina resultante se expresa en centímetros cúbicos por gramo (cc/g). Los productos de papel tisú secados por aire pasante preparados de acuerdo con la presente invención tienen generalmente un volumen de lámina superior a aproximadamente 8 cc/g, con mayor preferencia mayor que aproximadamente 10 cc/g y aún con mayor preferencia mayor que aproximadamente 12 cc/g, tal como de aproximadamente 8 a aproximadamente 20 cc/g y con mayor preferencia de aproximadamente 12 a aproximadamente 18 cc/g. Los productos de papel tisú crepado prensado en húmedo preparados de acuerdo con la presente invención generalmente tienen un volumen de lámina mayor que

aproximadamente 7 cc/g, con mayor preferencia mayor que aproximadamente 9 cc/g, tal como de aproximadamente 7 a aproximadamente 10 cc/g.

Como se usa en la presente, el término "Tracción Media Geométrica" (GMT) se refiere a la raíz cuadrada del producto de la resistencia a la tracción en la dirección de la máquina y la resistencia a la tracción en la dirección transversal de la máquina del producto de papel tisú. Aunque la GMT puede variar, los productos de papel tisú preparados de acuerdo con la presente invención generalmente tienen una GMT mayor que aproximadamente 500 g/3" (g/7,62 cm), y con mayor preferencia mayor que aproximadamente 600 g/3" (g/7,62 cm) y aún con mayor preferencia mayor que aproximadamente 800 g/3" (g/7,62 cm), tal como de aproximadamente 500 a aproximadamente 1500 g/3" (g/7,62 cm), tal como de aproximadamente 700 a aproximadamente 1200 g/3" (g/7,62 cm).

Como se usa en la presente, el término "Pendiente" se refiere a la pendiente de la línea resultante de trazar la tracción frente al estiramiento y es una salida del MTS TestWorks™ en el curso de la determinación de la resistencia a la tracción como se describió en la sección Métodos de Prueba en la presente descripción. La pendiente se informa en las unidades de gramos (g) por unidad de ancho de muestra (pulgadas (2,54 cm)) y se mide como el gradiente de la línea de mínimos cuadrados ajustados a los puntos de deformación corregidos por carga que caen entre una fuerza generada por un espécimen de 70 a 157 gramos (0,687 a 1,540 N) dividido por el ancho del espécimen. Las pendientes generalmente se informan en la presente descripción como que tienen unidades de gramos (g) o kilogramos (kg).

Como se usa en la presente, el término "Pendiente Media Geométrica" (pendiente GM) se refiere a la raíz cuadrada del producto de la pendiente en la dirección de la máquina y la pendiente en la dirección transversal de la máquina. La pendiente GM generalmente se expresa en unidades de kilogramos (kg). Aunque la pendiente GM puede variar los productos de papel tisú preparados de acuerdo con la presente invención generalmente tiene una pendiente GM de menos de aproximadamente 10,0 kg, con mayor preferencia de menos de aproximadamente 8,0 kg y aún con mayor preferencia de menos de aproximadamente 6,0 kg.

Como se usa en la presente, el término "Índice de Rigidez" se refiere a la pendiente GM (que tiene unidades de kg), dividida por GMT (que tiene unidades de g/3" (g/7,62 cm)) multiplicada por 1000. Aunque el Índice de Rigidez puede variar, los productos de papel tisú preparados de acuerdo con la presente invención generalmente tienen un Índice de Rigidez de menos de aproximadamente 10,0 y con mayor preferencia menos que aproximadamente 8,0, tal como de aproximadamente 6,0 a aproximadamente 10,0.

Como se usa en la presente, el término "Absorción de Energía de Tracción Media Geométrica" (GM TEA) se refiere a la raíz cuadrada del producto MD TEA y CD TEA, que se miden en el curso de la determinación de la resistencia a la tracción como se describió más abajo. GM TEA tiene unidades de gm*cm/cm².

Como se usa en la presente, el término "Durabilidad del Compuesto" se refiere a la suma del Desgarre GM, TEA GM y Ruptura Húmeda dividida por 10. La Durabilidad del Compuesto se informa sin referencia a las unidades. Aunque la Durabilidad del Compuesto puede variar en dependencia de la composición de la trama de papel tisú o producto en ciertos casos, los productos de papel tisú de la presente invención pueden tener una durabilidad del compuesto de aproximadamente 25,0 o mayor, tal como aproximadamente 30,0 o mayor, tal como aproximadamente 34,0 o mayor.

Como se usa en la presente, el término "Índice de Durabilidad" se refiere a la suma del Índice de Ruptura Húmeda de un producto (Ruptura Húmeda dividida por la GMT del producto, multiplicado por 10), el Índice de TEA GM (TEA GM dividido por GMT, multiplicado por 100) y el Índice de desgarre GM (desgarre GM dividido por GMT, multiplicado por 100) y es una indicación de la durabilidad del producto a una resistencia a la tracción dada. El Índice de Durabilidad se informa sin referencia a las unidades. Mientras que el Índice de Durabilidad puede variar en dependencia de la composición de la trama de papel tisú o producto en ciertos casos, los productos de papel tisú de la presente invención pueden tener un Índice de Durabilidad de aproximadamente 3,75 o mayor, tal como aproximadamente 4,0 o mayor, tal como aproximadamente 4,25 o mayor.

Como se usa en la presente, los términos "TS7" y "valor de TS7" se refieren a la salida del Analizador de Suavidad de Papel Tisú EMTEC (comercializado por Emtec Electronic GmbH, Leipzig, Alemania) como se describió en la sección Métodos de Prueba. TS7 tiene unidades de dB V² rms, sin embargo, TS7 puede denominarse en la presente descripción sin referencia a unidades. El valor de TS7 es el pico de frecuencia que se produce alrededor de 6,5 kHz en la salida del gráfico de espectro de ruido del Analizador de Suavidad de Papel Tisú EMTEC. Este pico representa la suavidad de la muestra. Generalmente, las muestras más blandas producen un pico de TS7 más bajo. En ciertas modalidades la invención proporciona un producto de papel tisú, tal como un producto de papel tisú secado por aire pasante, que tiene un TS7 de menos de aproximadamente 12,0 y con mayor preferencia de menos de aproximadamente 11,0, y aún con mayor preferencia de menos de aproximadamente 10,0.

Como se usa en la presente, "porcentaje en peso", "porcentaje en peso" (% en peso) en referencia a un compuesto o material designado significa la cantidad del compuesto o material designado respectivo, exclusivo, por ejemplo, de cualquier solvente asociado, con relación a una mezcla o composición que contiene el compuesto o material, expresado como un por ciento del peso total de dicha mezcla o composición.

Descripción detallada de la descripción

La presente invención proporciona tramas de papel tisú multicapa, y producto de papel tisú que comprende las mismas, que comprende fibras largas de pulpa de madera de alta aspereza depositadas selectivamente en una o más capas exteriores de la trama multicapa. Sorprendentemente, disponer fibras largas de pulpa de madera de alta aspereza en una o más capas exteriores, incluso en cantidades relativamente modestas, puede mejorar ciertas propiedades del producto, tales como la durabilidad, sin afectar negativamente la suavidad. En ciertos casos, tanto la suavidad como la durabilidad pueden mejorarse al incorporar selectivamente fibras largas de pulpa de madera de alta aspereza en una o más de las capas exteriores.

Por lo tanto, en ciertas modalidades la presente invención se refiere a productos de papel tisú, y más particularmente productos de papel tisú secados por aire pasante de múltiples hojas, que comprenden fibras largas y de alta aspereza, tales como fibras convencionales de pulpa kraft de madera blanda del sur (SSWK) dispuestas selectivamente en al menos una capa y que comprenden de aproximadamente 5,0 a aproximadamente 20 por ciento en peso (% en peso) del producto. En ciertos casos las fibras largas y de alta aspereza pueden mezclarse con fibras cortas y de baja aspereza, tales como fibras de pulpa kraft de madera dura, y las otras capas pueden estar sustancialmente libres de fibras largas y de alta aspereza. En ciertos casos, las fibras largas y de alta aspereza pueden reemplazar una porción de la fibra larga y de baja aspereza, tal como kraft de madera blanda del norte (NSWK), usada convencionalmente para fabricar productos de papel tisú blando y duradero preferidos por el consumidor.

Sorprendentemente, la cantidad de fibra larga y de baja aspereza en un producto dado puede reducirse al agregar fibra larga de alta aspereza a una capa exterior del producto sin afectar significativamente las propiedades físicas importantes del papel tisú, tales como la durabilidad y la suavidad. Por ejemplo, en ciertas modalidades los productos de papel tisú inventivos comprenden de aproximadamente 5,0 a aproximadamente 20 % en peso de fibra larga de alta aspereza, tal como SSWK convencional, y menos de aproximadamente 30 % en peso de NSWK, pero tienen una durabilidad y suavidad mejoradas con relación a un producto de papel tisú comparable que comprende más de 30 % en peso de NSWK y sustancialmente libre de SSWK. La capacidad de reemplazar una porción del NSWK con SSWK y disponer las fibras de madera blanda en diferentes capas mientras se mantienen o mejoran las propiedades del producto de papel tisú es sorprendente siempre y cuando SSWK haya sido tradicionalmente inadecuado para su uso en la fabricación de productos de papel tisú premium debido a su alta aspereza, particularmente con relación al NSWK, como se muestra en la Tabla 1, más abajo.

Tabla 1

Tipo de fibra	Longitud Promedio de la Fibra (mm)	Aspereza (mg/100 m)	Promedio Longitud de la Fibra:Aspereza
SSWK convencional	2,45	24,67	0,099
NSWK convencional	2,25	14,8	0,152
Pulpa kraft de eucalipto	0,76	8,95	0,085

Aunque las fibras SSWK tienen una mayor aspereza en comparación con las fibras NSWK, pueden reemplazar las fibras NSWK en productos de papel tisú sin afectar propiedades físicas importantes tales como durabilidad, resistencia y suavidad. En consecuencia, en ciertas modalidades los productos de papel tisú de la presente invención comprenden fibras largas y de alta aspereza en una capa exterior y tienen una mayor suavidad (medida como TS7) y una durabilidad mejorada (medida como Durabilidad del Compuesto o Índice de Durabilidad), en comparación con productos de papel tisú similares que están sustancialmente libres de fibras largas y de alta aspereza.

Las tramas de papel tisú y los productos de la presente invención generalmente comprenden al menos aproximadamente 5,0 por ciento en peso (% en peso) de fibra larga de alta aspereza y con mayor preferencia al menos aproximadamente 10 % en peso, tal como de aproximadamente 5,0 a aproximadamente 20 por ciento en peso. En modalidades particularmente preferidas, los productos de papel tisú inventivos comprenden de aproximadamente 5 a aproximadamente 10 % en peso de fibra larga de alta aspereza donde la fibra se incorpora selectivamente en una sola capa de una trama multicapa.

Las fibras largas de pulpa de madera de alta aspereza útiles en la presente invención se derivan generalmente del subgénero del *pino*. Las especies adecuadas dentro del subgénero *Pinus* incluyen, por ejemplo, *P. taeda*, *P. elliotti*, *P. palustris*, *P. pungens*, *P. rigida*, *P. serotina*, *P. muricata* y *P. radiata*. Se prefieren particularmente *P. taeda*, *P. elliotti* y *P. palustris*. Preferentemente, las fibras largas de pulpa de madera y de alta aspereza tienen una longitud de fibra promedio mayor que 1,2 mm, con mayor preferencia mayor que aproximadamente 1,3 mm y aún con mayor preferencia mayor que aproximadamente 1,4 mm, tal como una longitud de fibra promedio de aproximadamente 1,0 a aproximadamente 3,0 mm y con mayor preferencia de aproximadamente 1,2 a aproximadamente 2,8 mm. En ciertas modalidades las fibras largas de pulpa de madera de alta aspereza pueden derivarse de dos o más especies diferentes y pueden tener diferentes longitudes de fibra.

Además, las fibras largas de pulpa de madera de alta aspereza generalmente tienen una aspereza de 20 mg/100 m o mayor, tal como aproximadamente 21 mg/100 m o mayor, tal como aproximadamente 22 mg/100 m o mayor, tal como de 20 a aproximadamente 26 mg/100 m. Además de tener una aspereza relativamente alta, tal como 20 mg/100 m o

más, las fibras largas de pulpa de madera de alta aspereza útiles en la presente invención pueden tener una relación relativamente baja de longitud de fibra promedio a aspereza, tal como aproximadamente 0,15 o menos, tal como aproximadamente 0,12 o menos, tal como de aproximadamente 0,09 a aproximadamente 0,15, tal como de aproximadamente 0,09 a aproximadamente 0,12.

Un ejemplo de fibra larga de alta aspereza útil en la presente invención son las fibras de pulpa kraft de madera blanda del sur (SSWK), que pueden derivarse del subgénero del *pinus*. Las especies adecuadas dentro del subgénero *Pinus* incluyen, por ejemplo, *P. taeda*, *P. elliotti*, *P. palustris*, *P. pungens*, *P. rigida*, *P. serotina*, *P. muricata* y *P. radiata*. Se prefieren particularmente *P. taeda*, *P. elliotti* y *P. palustris*. Además, debe entenderse que las composiciones descritas en la presente descripción no se limitan a contener ninguna especie de fibra de madera blanda del sur larga y de alta aspereza y pueden comprender una mezcla de fibras de madera blanda del sur largas y de alta aspereza derivadas de dos o más especies, tales como una mezcla de fibras derivadas de *P. taeda*, *P. elliotti* y *P. palustris*.

Las tramas de papel tisú y los productos fabricados de acuerdo con la presente invención se forman a partir de una pasta de papel de fibra estratificada que produce capas dentro de la trama o producto. Las tramas base estratificadas pueden formarse mediante el uso de equipos conocidos en la técnica, tal como una caja de entrada multicapa. Por ejemplo, las tramas base estratificadas pueden fabricarse como se describió en las patentes de Estados Unidos núms. 4,225,382, 5,164,045 y 5,494,554. Generalmente, como se usa en la presente, una trama estratificada o en capa es una única trama fibrosa formada por capas plurales con propiedades distintas. Aunque es inevitable un pequeño grado de mezcla entre los estratos en sus interfaces, dicha mezcla se mantiene convenientemente al mínimo de acuerdo con la presente invención.

En otras modalidades los productos de papel tisú pueden prepararse a partir de una o más tramas de papel tisú multicapa que tienen tres o más capas, tales como una primera capa exterior, una capa intermedia y una segunda capa exterior. Ambas capas exteriores comprenden fibras largas y de alta aspereza, tales como SWSK convencional. La capa intermedia, que generalmente se posiciona entre, y en ciertos casos inmediatamente adyacente a, la primera y segunda capas exteriores puede comprender fibras largas de pulpa de madera de baja aspereza, tales como fibras NSWK. La capa intermedia está sustancialmente libre de fibra larga de alta aspereza. Independientemente de si la fibra larga de alta aspereza se incorpora en una o ambas capas exteriores, el producto generalmente comprende de aproximadamente 5 a aproximadamente 20 % en peso de fibra larga de alta aspereza.

En una modalidad particularmente preferida el producto de papel tisú puede comprender una trama de tres capas donde la primera y la segunda capas exteriores consisten esencialmente en fibras largas de alta aspereza, tales como SWSK convencional, y fibras celulósicas cortas, tales como fibras de pulpa de madera dura. Las capas exteriores pueden comprender de aproximadamente 40 a aproximadamente 70 % en peso del producto. La capa intermedia, que generalmente se posiciona inmediatamente adyacente a la primera y segunda capas exteriores, puede comprender fibras largas de pulpa de madera de baja aspereza, tales como fibras NSWK. Preferentemente la capa intermedia está sustancialmente libre de fibra larga de alta aspereza. En ciertos casos, la capa intermedia puede comprender de aproximadamente 30 a aproximadamente 60 % en peso del producto.

Las tramas preparadas como se describió en la presente descripción pueden convertirse en productos de papel tisú de una o múltiples hojas, en los que una o más de las hojas pueden estar formadas por una trama de papel tisú multicapa que tiene fibra larga de alta aspereza incorporada selectivamente en una de sus capas. En una modalidad el producto de papel tisú se construye de manera que las fibras largas de alta aspereza entran en contacto con la piel del usuario durante el uso. Por ejemplo, el producto de papel tisú puede comprender dos tramas multicapa en donde cada trama comprende una capa de contacto de tela sustancialmente libre de fibra larga de alta aspereza y una capa de contacto con aire que comprende una capa larga y de alta aspereza. Las tramas se pliegan juntas de manera que la superficie exterior del producto de papel tisú se forma a partir de las capas de contacto con el aire de cada trama, de manera que la superficie puesta en contacto con la piel del usuario durante el uso comprende fibra larga de alta aspereza.

Las tramas de papel tisú anteriores pueden fabricarse dispersando fibra corta de baja aspereza, tal como fibra kraft de madera dura, y fibra larga de alta aspereza, tal como SWSK convencional, en agua para formar una primera suspensión de fibra, dispersando una fibra larga de pulpa de madera de baja aspereza, tal como NSWK, en agua para formar una segunda suspensión de fibra, depositar la segunda suspensión de fibra sobre una tela de formación, depositar la primera suspensión de fibra adyacente a la segunda suspensión de fibra para formar una trama húmeda, deshidratar la trama húmeda a una consistencia de aproximadamente 20 a aproximadamente 30 por ciento, y secar la trama húmeda hasta una consistencia de más de aproximadamente 90 por ciento lo que forma de esta manera una trama de papel tisú seca, la trama de papel tisú seco que comprende de aproximadamente 5 a aproximadamente 20 % en peso de fibra larga de alta aspereza. En una modalidad particularmente preferida, la primera suspensión de fibra no se refina, es decir, ni la fibra corta de pulpa de madera de baja aspereza ni las fibras largas de pulpa de madera de alta aspereza se refinan. La segunda suspensión de fibra puede refinarse opcionalmente para modificar la resistencia de la trama de papel tisú resultante.

Las tramas de papel tisú de la presente invención pueden formarse generalmente por cualquiera de una variedad de procesos de fabricación de papel conocidos en la técnica. Preferentemente, la trama de papel tisú se forma mediante

secado por aire pasante y puede creparse o no. Por ejemplo, un proceso de fabricación de papel de la presente invención puede utilizar crepado adhesivo, crepado húmedo, crepado doble, grabado, prensado en húmedo, prensado por aire, secado por aire pasante, secado por aire pasante crepado, secado por aire pasante sin crepado, así como también otras etapas en la formación de la trama de papel. Algunos ejemplos de tales técnicas se describen en la patente de Estados Unidos Núms. 5,048,589, 5,399,412, 5,129,988 y 5,494,554. Al formar productos de papel tisú de múltiples hojas, las hojas separadas pueden fabricarse a partir del mismo proceso o de diferentes procesos como se desee.

Por ejemplo, en una modalidad, las tramas de papel tisú pueden ser tramas secadas por aire pasante crepadas formadas mediante el uso de procesos conocidos en la técnica. Para formar tales tramas, una tela de formación de viajes sin fin, adecuadamente soportado y accionado por rollos, recibe la emisión de existencias de fabricación de papel en capas desde la caja de entrada. Una caja de vacío se dispone debajo de la tela de formación y se adapta para eliminar el agua de la pasta de papel de fibra para ayudar a formar una trama. A partir de la tela de formación, una trama formada se transfiere a un segundo tejido, que puede ser un alambre o un fieltro. La tela se soporta para moverse alrededor de una trayectoria continua mediante una pluralidad de rodillos guía. Puede incluirse un rodillo de recogida diseñado para facilitar la transferencia de la trama de tela a tela para transferir la trama.

En el proceso de secado por aire pasante crepado la trama formada se seca mediante transferencia a la superficie de un tambor secador calentado giratorio, tal como un secador Yankee. La trama puede transferirse al secador Yankee directamente desde el tejido de secado por aire pasante o, preferentemente, transferirse a un tejido de impresión que luego se usa para transferir la trama al secador Yankee. De acuerdo con la presente invención, la composición de crepado de la presente invención puede aplicarse tópicamente a la trama de papel tisú mientras la trama viaja sobre la tela o puede aplicarse a la superficie del tambor secador para su transferencia sobre un lado de la trama de papel tisú. De esta manera, la composición de crepado se usa para adherir la trama de papel tisú al tambor secador. En esta modalidad, cuando la trama se transporta a través de una porción de la trayectoria giratoria de la superficie del secador, se imparte calor a la trama lo que provoca que la mayor parte de la humedad contenida dentro de la trama se evapore. La trama se retira entonces del tambor secador mediante una lámina de crepado. La trama de crepado a medida que se forma reduce aún más la unión interna dentro de la trama y aumenta la suavidad. Aplicar la composición de crepado a la trama durante el crepado, por otro lado, puede aumentar la resistencia de la trama.

En otras modalidades, la trama base se forma mediante un proceso de secado por aire pasante sin crepar tal como los descritos, por ejemplo, en la patente de Estados Unidos Núms. 5,656,132 y 6,017,417. El proceso de secado por aire pasante sin crepado puede comprender una formadora de alambre doble con una caja de entrada de fabricación de papel que inyecta o deposita una pasta de papel de una suspensión acuosa de fibras de madera en una pluralidad de telas de formación, tal como una tela de formación exterior y una tela de formación interior, formando, de esta manera, una trama húmeda de papel tisú. El proceso de formación puede ser cualquier proceso de formación convencional conocido en la industria de fabricación de papel. Tales procesos de formación incluyen, pero no se limitan a, Fourdriniers, formadores de techo tales como formadores de rodillos de pecho de succión, y formadores de hueco tales como formadores de doble tela y formadores de media luna.

El peso base de las tramas de papel tisú fabricadas de acuerdo con la presente descripción puede variar en dependencia del producto final. Por ejemplo, el proceso puede usarse para producir papel tisú de baño, papel tisú facial, toallas de papel y similares. En general, el peso base de la trama de papel tisú puede variar de aproximadamente 5 a aproximadamente 80 gramos por metro cuadrado (gsm), tal como de aproximadamente 10 a aproximadamente 60 gsm. Las tramas de papel tisú pueden convertirse en productos de papel tisú facial o de baño de una sola hoja y múltiples hojas que tienen un peso base de aproximadamente 10 a aproximadamente 80 gsm y con mayor preferencia de aproximadamente 20 a aproximadamente 50 gsm.

Las tramas de papel tisú y los productos de la presente invención son preferentemente lo suficientemente fuertes para soportar el uso, pero de una resistencia suficientemente baja para no afectar negativamente la suavidad. Por ejemplo, los productos de papel tisú pueden tener una GMT de aproximadamente 500 a aproximadamente 2000 g/3" (g/7,62 cm), tal como de aproximadamente 500 a aproximadamente 1500 g/3" (g/7,62 cm) y con mayor preferencia de aproximadamente 500 a aproximadamente 1200 g/3" (g/7,62 cm) y aún con mayor preferencia de aproximadamente 700 a aproximadamente 1200 g/3" (g/7,62 cm). Los productos de una sola hoja pueden tener una GMT de aproximadamente 700 a aproximadamente 1000 g/3" (g/7,62 cm). Los productos de múltiples hojas pueden tener una GMT de aproximadamente 800 a 1500 g/3" (g/7,62 cm).

En otros casos, las tramas de papel tisú y los productos de la presente invención tienen una rigidez relativamente baja, tal como un Índice de rigidez de menos de aproximadamente 10, tal como menos de aproximadamente 9,0, tal como menos de aproximadamente 8,0, tal como de aproximadamente 5,0 a aproximadamente 8,0. En ciertos casos, el producto de papel tisú puede ser un producto de papel tisú de baño enrollado de una única hoja que tiene una GMT de aproximadamente 700 a aproximadamente 1000 g/3" (g/7,62 cm) y un Índice de rigidez de aproximadamente 5,5 a aproximadamente 7,5.

Además de tener suficiente resistencia para soportar el uso y una rigidez relativamente baja, las tramas de papel tisú y los productos de la presente descripción también tienen buenas características a granel, independientemente del

método de fabricación. Por ejemplo, los productos de papel tisú secados por aire pasante preparados mediante el uso de fibras largas y de alta aspereza pueden tener un volumen de lámina mayor que aproximadamente 10 cc/g, tal como mayor que aproximadamente 12 cc/g, tal como mayor que aproximadamente 14 cc/g, tal como de aproximadamente 10 a aproximadamente 18 cc/g. En una modalidad particularmente preferida la invención proporciona un producto de papel tisú de baño secado por aire pasante, y con mayor preferencia producto de papel tisú de baño secado por aire pasante sin crepar, que comprende fibras largas y de alta aspereza que tienen un volumen de lámina de aproximadamente 14 a aproximadamente 18 cc/g.

En aún otros casos, los productos de papel tisú de la presente invención, que pueden ser un producto de papel tisú de una única hoja o de múltiples hojas, exhiben una resistencia al desgarre GM de aproximadamente 10,0 gf o mayor, tal como aproximadamente 11,0 gf o mayor, tal como aproximadamente 12,0 gf o mayor, tal como 13,0 gf o mayor, tal como de aproximadamente 10,0 a aproximadamente 15,0 gf. En otros casos, los productos de papel tisú de la presente invención exhiben TEA GM de aproximadamente 5,0 g*cm/cm² o más, tal como aproximadamente 6,0 g*cm/cm² o más, tal como aproximadamente 7,0 g*cm/cm² o más, tal como 8,0 g*cm/cm² o más, tal como de aproximadamente 5,0 a aproximadamente 10,0 g*cm/cm².

En aún otros casos, los productos y tramas de papel tisú de la presente invención, exhiben una Ruptura Húmeda de aproximadamente 100 gf o mayor, tal como aproximadamente 105 gf o mayor, tal como aproximadamente 110 gf o mayor, tal como aproximadamente 120 gf o mayor, tal como de aproximadamente 100 a aproximadamente 150 gf. En una modalidad particularmente preferida la invención proporciona una única hoja de producto de papel tisú de baño secado por aire pasante, y con mayor preferencia un producto de papel tisú de baño secado por aire pasante sin crepar, que comprende fibras largas y de alta aspereza que tienen una Ruptura Húmeda de aproximadamente 100 gf o mayor.

En aún otros casos, la invención proporciona productos de papel tisú que tienen buena durabilidad (medida como índice de durabilidad) y suavidad (medida como TS7). Por ejemplo, los productos de papel tisú pueden tener un índice de durabilidad de aproximadamente 22 o mayor, tal como mayor que aproximadamente 25, tal como mayor que aproximadamente 30, y un TS7 menor que aproximadamente 13 dB V² rms, tal como menor que aproximadamente 12 dB V² rms, tal como menor que aproximadamente 11 dB V² rms, tal como de aproximadamente 10 a aproximadamente 13 dB V² rms. Los valores de TS7 anteriores pueden lograrse a resistencias a la tracción media geométrica de aproximadamente 500 a aproximadamente 1500 g/3" (g/7,62 cm). En una modalidad, la invención proporciona un producto de papel tisú de baño secado por aire pasante que tiene una GMT de aproximadamente 700 a aproximadamente 1500 g/3" (g/7,62 cm), un índice de durabilidad de aproximadamente 22 o más, y un TS7 menor que aproximadamente 11 dB V² rms.

Métodos de prueba

Volumen de lámina

El volumen de lámina se calcula como el cociente del calibre de lámina seca (µm) dividido por el peso base (g/m²). El calibre de lámina seca es la medición del grosor de una única lámina de papel tisú medida de acuerdo con los métodos de prueba TAPPI T402 y T411 om-89. El micrómetro usado para llevar a cabo la prueba T411 om-89 es un probador de calibre de papel tisú Emvco 200-A (Emvco, Inc., Newberg, OR). El micrómetro tiene una carga de 2 kilopascales, un área de pie de presión de 2500 milímetros cuadrados, un diámetro de pie de presión de 56,42 milímetros, un tiempo de permanencia de 3 segundos y una velocidad de descenso de 0,8 milímetros por segundo.

Ruptura Húmeda

La resistencia a la Ruptura Húmeda se mide mediante el uso de un Probador de Ruptura EJA (serie #50360, comercializado por Thwing-Albert Instrument Company, Philadelphia, PA). El procedimiento de prueba es de acuerdo con TAPPI T570 pm-00 excepto la velocidad de prueba. El espécimen de prueba se sujeta entre dos anillos concéntricos cuyo diámetro interno define el área circular bajo prueba. Un conjunto de penetración, cuya parte superior es una bola de acero esférica lisa, se dispone perpendicular y centrada debajo de los anillos que contienen el espécimen de prueba. El conjunto de penetración se eleva a 6 pulgadas por minuto de manera que la bola de acero entra en contacto y finalmente penetra en el espécimen de prueba hasta el punto de ruptura del espécimen. La fuerza máxima aplicada por el conjunto de penetración en el momento de la ruptura del espécimen se informa como la resistencia a la ruptura en gramos fuerza (gf) del espécimen.

El conjunto de penetración consiste en un miembro de penetración esférico que es una bola de acero inoxidable con un diámetro de 0,625 ± 0,002 pulgadas (15,88 ± 0,05 mm) terminado esférico a 0,00004 pulgadas (0,001 mm). El miembro de penetración esférico se fija permanentemente al extremo de una varilla de acero sólido de 0,375 ± 0,010 pulgadas (9,525 ± 0,254 mm). Se usa una celda de carga de 2000 gramos y se selecciona el 50 por ciento del intervalo de carga, es decir, 0-1000 g. La distancia de desplazamiento de la sonda es de manera que la superficie más superior de la bola esférica alcanza una distancia de 1,375 pulgadas (34,9 mm) por encima del plano de la muestra sujeta en la prueba. Un medio para asegurar el espécimen de prueba para la prueba que consiste en anillos concéntricos superior e inferior de aproximadamente 0,25 pulgadas (6,4 mm) de grosor entre los cuales la muestra se sujeta

firmemente mediante abrazaderas neumáticas operadas bajo una fuente de aire filtrada a 60 psi. Los anillos de sujeción tienen $88,9 \pm 0,3$ mm ($3,50 \pm 0,01$ pulgadas) de diámetro interno y aproximadamente 165 mm (6,5 pulgadas) de diámetro externo. Las superficies de sujeción de los anillos de sujeción se recubren con un grado comercial de neopreno de aproximadamente 0,0625 pulgadas (1,6 mm) de grosor que tiene una dureza Shore de 70-85 (escala A). El neopreno no necesita cubrir toda la superficie del anillo de sujeción, pero coincide con el diámetro interno, por lo tanto tiene un diámetro interno de $3,50 \pm 0,01$ pulgadas ($88,9 \pm 0,3$ mm) y tiene 0,5 pulgadas (12,7 mm) de ancho, por lo tanto tiene un diámetro externo de $4,5 \pm 0,01$ pulgadas ($114 \pm 0,3$ mm). Para cada prueba se combina un total de 3 láminas de producto.

Las láminas se apilan una encima de otra de manera que la dirección de la máquina de las láminas se alinea. Cuando las muestras comprenden múltiples hojas, las hojas no se separan para las pruebas. En cada caso, la muestra de prueba comprende 3 láminas de producto. Por ejemplo, si el producto es un producto de papel tisú de 2 hojas, se prueban 3 láminas de producto, con un total de 6 hojas. Si el producto es un producto de papel tisú de una única hoja, se prueban entonces 3 láminas de producto, con un total de 3 hojas.

Las muestras se acondicionan bajo condiciones TAPPI y se cortan en cuadrados de $127 \times 127 \pm 5$ mm. A continuación, las muestras se humedecen para analizarlas con 0,5 ml de agua desionizada dispensada con una pipeta automática. La muestra húmeda se prueba inmediatamente después del aislamiento.

La carga máxima (gf) y la energía hasta la máxima (g-cm) se registran y el proceso se repite para todos los especímenes restantes. Se prueba un mínimo de cinco especímenes por muestra y se registra el promedio de carga máxima de cinco pruebas.

Desgarre

La prueba de desgarre se llevó a cabo de acuerdo con el método de prueba TAPPI T-414 "Resistencia interna al desgarre del papel (método de tipo Elmendorf)" mediante el uso de un instrumento de péndulo descendente tal como Lorentzen & Wettre Modelo SE 009. La resistencia al desgarre es direccional y el desgarre en la MD y CD se mide de forma independiente.

Más particularmente, se corta un espécimen de prueba rectangular de la muestra que va a probarse del producto de papel tisú o de la lámina base del papel tisú de manera que el espécimen de prueba mida $63 \text{ mm} \pm 0,15 \text{ mm}$ ($2,5 \pm 0,006$ pulgadas) en la dirección que va a probarse (tal como la dirección en la MD o CD) y entre 73 y 114 mm (2,9 y 4,6 pulgadas) en la otra dirección. Los bordes del espécimen deben cortarse paralelos y perpendiculares a la dirección de la prueba (no sesgados). Puede usarse cualquier dispositivo de corte adecuado, capaz de la precisión y exactitud prescritas. El espécimen de prueba debe tomarse de áreas de la muestra libres de pliegues, arrugas, líneas de engarce, perforaciones o cualquier otra distorsión que pudiera hacer que el espécimen de prueba fuera anómalo del resto del material.

El número de hojas o láminas a probar se determina en función del número de hojas o láminas requeridas para que los resultados de la prueba caigan entre 20 y 80 por ciento en la escala de intervalo lineal del probador de desgarre y con mayor preferencia entre 20 y 60 por ciento de la escala de intervalo lineal del probador de desgarre. La muestra debe cortarse preferentemente a no menos de 6 mm (0,25 pulgadas) del borde del material del que se cortarán los especímenes. Cuando la prueba requiere más de una lámina u hoja, las láminas se colocan mirando en la misma dirección.

A continuación, el espécimen de prueba se coloca entre las abrazaderas del aparato de péndulo descendente con el borde del espécimen alineado con el borde frontal de la abrazadera. Las abrazaderas se cierran y se corta una hendidura de 20 milímetros en el borde delantero del espécimen, normalmente con una cuchilla de corte acoplada al instrumento. Por ejemplo, en el modelo Lorentzen & Wettre SE 009, la hendidura se crea empujando hacia abajo la palanca de la cuchilla de corte hasta que alcanza su tope. La hendidura debe estar limpia sin rasgaduras ni muescas, ya que servirá para iniciar el desgarre durante la prueba subsecuente.

Se libera el péndulo y se registra el valor de desgarramiento, que es la fuerza requerida para desgarrar completamente el espécimen de prueba. La prueba se repite un total de diez veces por cada muestra y el promedio de las diez lecturas notificadas se reporta como la resistencia al desgarre. La resistencia al desgarre se indica en unidades de gramos de fuerza (gf). El promedio del valor de desgarre es la resistencia al desgarre para la dirección (MD o CD) probada. La "media geométrica de la resistencia al desgarre" es la raíz cuadrada del producto del promedio de la resistencia al desgarre en la MD y el promedio de la resistencia al desgarre en la CD. El modelo Lorentzen & Wettre SE 009 tiene un ajuste para el número de hojas probadas. Es posible que algunos comprobadores necesiten tener la resistencia al desgarre reportada multiplicada por un factor para obtener una resistencia al desgarre por hoja. Para las láminas base destinadas a ser productos de múltiples hojas, los resultados de desgarre se notifican como el desgarre del producto de múltiples hojas y no de la lámina base de una única hoja. Esto se hace al multiplicar el valor de desgarre de la lámina base de una única hoja por el número de hojas del producto acabado. De manera similar, los datos de producto acabado de múltiples hojas para el desgarre se presentan como la resistencia al desgarre para la lámina del producto terminado y no para las hojas individuales. Puede usarse una variedad de medios para calcular, pero en general se

hará introduciendo el número de láminas que se probarán en lugar del número de hojas que se probarán en el dispositivo de medición. Por ejemplo, dos láminas serían dos láminas de 1 hoja para un producto de 1 hoja y dos láminas de 2 hojas (4 hojas) para productos de 2 hojas.

5 Tracción

La prueba de tracción se realizó de acuerdo con el método de prueba TAPPI T-576 "Propiedades de tracción de toallas y productos de papel tisú (mediante el uso de una tasa constante de elongación)", en donde la prueba se realiza en una máquina de prueba de tracción que mantiene una tasa constante de elongación y el ancho de cada espécimen analizado es de 3 pulgadas. Más específicamente, las muestras para las pruebas de resistencia a la tracción en seco se prepararon al cortar una tira de $3 \pm 0,05$ pulgadas ($76,2 \pm 1,3$ mm) de ancho en ya sea la orientación en la dirección de la máquina (MD) o en la dirección transversal de la máquina (CD) mediante el uso de un Cortador de Muestras de Precisión JDC (Thwing-Albert Instrument Company, Filadelfia, PA, modelo Núm. JDC 3-10, serie Núm. 37333) o equivalente. El instrumento usado para medir las resistencias a la tracción fue un Sistema Sintech MTS 11S, serie Núm. 6233. El software de adquisición de datos fue un MTS TestWorks® para Windows versión 3.10 (MTS Systems Corp., Research Triangle Park, NC). La celda de carga se seleccionó de un máximo de ya sea 50 Newton o 100 Newton, en dependencia de la resistencia de la muestra que se prueba, de manera que la mayoría de los valores de carga máxima caen entre el 10 al 90 por ciento del valor de escala completa de la celda de carga. La longitud de referencia entre las abrazaderas fue de $4 \pm 0,04$ pulgadas ($101,6 \pm 1$ mm) para el papel tisú facial y las toallas y de $2 \pm 0,02$ pulgadas ($50,8 \pm 0,5$ mm) para el papel tisú de baño. La velocidad de la cruceta fue de $10 \pm 0,4$ pulgadas/min (254 ± 1 mm/min), y la sensibilidad a la rotura se estableció en el 65 por ciento. La muestra se colocó en las abrazaderas del instrumento, centrada tanto vertical como horizontalmente. La prueba se inició y finalizó cuando se rompió el espécimen. La carga máxima se registró como la "resistencia a la tracción en la MD" o la "resistencia a la tracción en la CD" del espécimen en dependencia de la dirección de la muestra que se está analizando. Se analizaron diez especímenes representativos para cada producto o lámina y se registró el promedio aritmético de todas las pruebas de muestras individuales como la resistencia a la tracción en la MD o en la CD adecuada del producto o lámina en unidades de gramos de fuerza por cada 3 pulgadas de muestra. Se calculó la resistencia de la tracción media geométrica (GMT) y se expresó como gramos-fuerza por cada 3 pulgadas de ancho de muestra. La energía de tracción absorbida (TEA) y la pendiente también se calculan mediante el comprobador de tracción. La TEA se indica en unidades de $\text{gm} \cdot \text{cm}/\text{cm}^2$. La pendiente se registra en unidades de kg. Tanto el TEA como la pendiente dependen de la dirección y, por tanto, las direcciones MD y CD se miden de forma independiente. La media geométrica de TEA y la pendiente media geométrica se definen como la raíz cuadrada del producto de los valores representativos de MD y CD para la propiedad dada.

Los productos de múltiples hojas se probaron como productos de múltiples hojas y los resultados representan la resistencia a la tracción del producto total. Por ejemplo, un producto de 2 hojas se probó como producto de 2 hojas y se registró como tal. Se probó una lámina base destinada a usarse para un producto de 2 hojas como dos hojas y se registró la tracción como tal. Alternativamente, puede probarse una sola hoja y el resultado puede multiplicarse por el número de hojas en el producto final para obtener la resistencia a la tracción.

40 Suavidad del papel tisú

La suavidad del papel tisú se midió mediante el uso de un analizador de suavidad del papel EMTEC ("TSA") (Emtec Electronic GmbH, Leipzig, Alemania). La TSA comprende un rotor con cuchillas verticales que giran sobre la pieza de prueba aplicando una presión de contacto definida. El contacto entre las cuchillas verticales y la pieza de prueba crea vibraciones, que se detectan mediante un sensor de vibración. El sensor luego transmite una señal a una PC para su procesamiento y visualización. La señal se muestra como un espectro de frecuencias. Para medir los valores de TS7 las cuchillas se presionan contra la muestra con una carga de 100 mN y la velocidad de rotación de las cuchillas es de dos revoluciones por segundo.

El análisis de frecuencia en el intervalo de aproximadamente 200 a 1000 Hz representa la suavidad o textura de la superficie de la pieza de prueba. El pico en el intervalo de frecuencia entre 200 y 1000 Hz se denomina en la presente descripción como el valor de TS750 y se expresa como $\text{dB V}^2 \text{ rms}$. Un pico de gran amplitud se correlaciona con una superficie más rugosa.

Un pico adicional en el intervalo de frecuencia entre 6 y 7 kHz representa la suavidad de la pieza de prueba. El pico en el intervalo de frecuencia entre 6 y 7 kHz se denomina en la presente descripción como el valor de TS7 y se expresa como $\text{dB V}^2 \text{ rms}$. Cuanto menor sea la amplitud del pico que se produce entre 6 y 7 kHz, más blanda será la pieza de prueba.

Además de TS750 y TS7, el analizador informa de un parámetro de rigidez (D) que tiene unidades de mm/N. El parámetro de rigidez (D) es la deformación de la muestra bajo una carga definida.

Las muestras de prueba se prepararon cortando una muestra circular que tiene un diámetro de 112,8 mm. Se permitió que todas las muestras se equilibraran en condiciones de temperatura y humedad estándar TAPPI durante al menos 24 horas antes de completar la prueba TSA. Solo se probó una hoja de papel tisú. Las muestras de múltiples hojas se

separan en hojas individuales para su prueba. La muestra se coloca en la TSA con el lado más suave (el lado de contacto con aire en el caso de muestras sin crepar o el lado de contacto con el secador o Yankee en el caso de muestras crepadas) de la muestra hacia arriba. La muestra se asegura y las mediciones se inician a través de la PC. La PC registra, procesa y almacena todos los datos de acuerdo con el protocolo estándar de la TSA. Los valores informados son el promedio de cinco réplicas, cada una con una nueva muestra.

Ejemplos

Las láminas base se fabricaron mediante el uso de un proceso de fabricación de papel secado por aire pasante denominado comúnmente "secado por aire pasante no crepado" ("UCTAD") y descrito generalmente en la Patente de Estados Unidos Núm. 5,607,551. Inicialmente, la pulpa kraft de madera blanda del norte (NSWK) se dispersó en un pulper durante 30 minutos a una consistencia del 4 por ciento a aproximadamente 100 °F. La pulpa NSWK se transfirió luego a un conducto de vaciado y subsecuentemente se diluyó a aproximadamente 3 por ciento de consistencia. En ciertos casos, la pulpa NSWK se refina como se indica en la Tabla 3, más abajo, para controlar la resistencia del producto terminado. La pulpa NSWK se añadió a la capa lateral media de la estructura de papel tisú de 3 capas.

La pulpa kraft de madera dura de eucalipto (EHWK) se dispersó en un pulper durante 30 minutos a aproximadamente una consistencia del 4 por ciento a aproximadamente 100 °F. La pulpa EHWK se transfirió luego a un conducto de vaciado y subsecuentemente se diluyó a aproximadamente 3 por ciento de consistencia. La pulpa de EHWK no se refinó. La pulpa EHWK se añadió a las dos capas más externas de la estructura de papel tisú de 3 capas.

La pulpa kraft de madera blanda del sur convencional (SSWK) tenía las siguientes propiedades:

Tabla 2

	Longitud Promedio de la Fibra (mm)	Aspereza (mg/100 m)	LWFL:Aspereza
SSWK convencional	2,45	24,67	0,099

La pulpa SSWK se dispersó en un pulper durante 30 minutos a una consistencia del 4 por ciento a aproximadamente 100 °F. La pulpa SSWK se transfirió luego a un conducto de vaciado y subsecuentemente se diluyó a aproximadamente 3 por ciento de consistencia. La pulpa de SSWK no se refinó. La pulpa SSWK se añadió a las capas intermedias o externas de la estructura de papel tisú de 3 capas, como se indica en la Tabla 3, más abajo.

En todos los casos, se añadió un agente de resistencia catiónica, comercializado bajo el nombre comercial FennoBond™ 3000 (Kemira Chemicals Inc. Atlanta, GA), a 2 kg por tonelada métrica de pasta de papel a la capa central antes de la formación de la trama. Se añadió un descementador químico (ProSoft™, Solenis, Wilmington, DE) a 4 kg por tonelada métrica de pasta de papel a las capas exteriores.

Las fibras pulpares de los conductos de la máquina se bombearon a la caja de entrada con una consistencia de aproximadamente 0,1 por ciento. Las fibras de pulpa de cada conducto de la máquina se enviaron a través de distribuidores separados en la caja de entrada para crear una estructura de papel tisú de tres capas. Las divisiones específicas de la capa de pasta de papel se exponen en la Tabla 3.

Tabla 3

Muestra	Capa Intermedia		Capas exteriores		Refinación (hp-day/MT)
Inventiva 1-1	NSWK (30 %)	-	EHWK (60 %)	SSWK (10 %)	-
Inventiva 1-2	NSWK (30 %)	-	EHWK (60 %)	SSWK (10 %)	0,7
Inventiva 1-3	NSWK (30 %)	-	EHWK (60 %)	SSWK (10 %)	1,5
Control 1-1	NSWK (20 %)	SSWK (20 %)	EHWK (60 %)	-	-
Control 1-2	NSWK (20 %)	SSWK (20 %)	EHWK (60 %)	-	0,7
Control 1-3	NSWK (20 %)	SSWK (20 %)	EHWK (60 %)	-	1,5
Control 2-1	NSWK (40 %)	-	EHWK (60 %)	-	-
Control 2-2	NSWK (40 %)	-	EHWK (60 %)	-	0,7
Control 2-3	NSWK (40 %)	-	EHWK (60 %)	-	1,5

La trama de papel tisú se formó sobre una tela de formación, se deshidrató al vacío hasta aproximadamente un 25 por ciento de consistencia y luego se sometió a una transferencia rápida cuando se transfirió al tejido de transferencia. Luego, la trama se transfirió a un tejido de secado por aire pasante. La transferencia al tejido de secado pasante se realizó mediante el uso de niveles de vacío de más de 10 pulgadas de mercurio en la transferencia y una tasa de transferencia rápida de aproximadamente el 28 por ciento. La trama se secó luego por aire pasante a aproximadamente 98 por ciento de sólidos antes del embobinado.

Las tramas de la lámina base se convirtieron en productos de toalla enrollados por calandrado mediante el uso de una calandria convencional de poliuretano/acero que comprende un rodillo de poliuretano de 4 P&J en el lado de aire de

la lámina y un rodillo de acero estándar en el lado de la tela. El producto terminado comprendía una sola hoja de lámina base. Los productos terminados se sometieron a pruebas físicas, cuyos resultados se resumen en las Tablas 4 y 5, más abajo.

Tabla 4

Muestra	Peso base (g/m ²)	Volumen de lámina (cc/g)	GMT (g/3" (g/7,62 cm))	Pendiente GM (kg)	Desgarre GM (gf)	GM TEA (g*cm/cm ²)	Ruptura Húmeda (gf)
Inventiva 1-1	37,6	12,6	563	4,81	9,38	5,49	96
Inventiva 1-2	38,5	15,4	755	5,27	11,15	7,40	104
Inventiva 1-3	39,9	13,4	885	5,12	13,02	8,68	115
Control 1-1	39,5	12,8	566	4,88	8,99	5,74	107
Control 1-2	39,0	13,3	668	4,77	10,59	6,92	126
Control 1-3	37,7	14,6	879	5,32	13,96	8,67	147
Control 2-1	39,1	13,7	685	4,98	9,92	6,86	102
Control 2-2	37,3	15,1	820	4,97	12,67	7,78	116
Control 2-3	37,8	13,2	908	5,43	13,13	8,63	128

Tabla 5

Muestra	Índice de rigidez	Durabilidad del Compuesto	Índice de Durabilidad	TS7	TS750
Inventiva 1-1	8,55	24,5	4,35	10,56	54,9
Inventiva 1-2	6,98	29,0	3,84	11,72	77,4
Inventiva 1-3	5,78	33,2	3,75	13,08	86,5
Control 1-1	8,63	25,4	4,49	10,65	57,0
Control 1-2	7,14	30,1	4,50	11,27	67,0
Control 1-3	6,05	37,3	4,24	13,59	80,2
Control 2-1	7,27	27,0	3,94	10,67	65,7
Control 2-2	6,07	32,0	3,91	11,56	73,9
Control 2-3	5,98	34,5	3,81	11,99	78,3

REIVINDICACIONES

1. Un producto de papel tisú que comprende al menos una trama de papel tisú multicapa que tiene una primera y una segunda capa exterior y una capa intermedia dispuestas entre ellas, en donde la primera y la segunda capas exteriores comprenden fibras cortas de pulpa de madera que tienen una longitud de fibra promedio de menos de 1,2 mm, y de aproximadamente 5 a aproximadamente 20 por ciento en peso (% en peso) de largo, fibra celulósica de alta aspereza que tiene una longitud de fibra promedio mayor que aproximadamente 2,0 mm y una aspereza de 20 mg/100 m o mayor, en donde la capa intermedia contiene menos de aproximadamente 0,25 % en peso de fibra larga de alta aspereza, el producto de papel tisú que tiene una tracción media geométrica (GMT) de aproximadamente 700 a aproximadamente 1200 g/3" (g/7,62 cm) y un valor de TS7 menor que aproximadamente 12,0 dB V² rms, en donde la aspereza se mide de acuerdo con el procedimiento de prueba descrito en la presente descripción.
2. El producto de papel tisú de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la fibra larga de alta aspereza se deriva de *P. taeda*, *P. elliotti*, *P. palustris*, *P. pungens*, *P. rigida*, *P. serotina*, *P. muricata* o *P. radiata*, y sus combinaciones.
3. El producto de papel tisú de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la fibra larga de alta aspereza tiene una longitud de fibra promedio de más de aproximadamente 2,0 a aproximadamente 3,0 mm.
4. El producto de papel tisú de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el producto de papel tisú comprende de aproximadamente 50 a aproximadamente 70 % en peso de fibra corta de baja aspereza que tiene una longitud promedio de fibra de menos de 1,2 mm y una aspereza de menos de 20 mg/100 m.
5. El producto de papel tisú de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la fibra corta de baja aspereza es una fibra de pulpa kraft de madera dura y la fibra larga de alta aspereza se deriva de *P. taeda*, *P. elliotti*, *P. palustris*, *P. pungens*, *P. rigida*, *P. serotina*, *P. muricata* o *P. radiata*, y sus combinaciones, y tiene una aspereza de aproximadamente 22 a aproximadamente 25 mg/100 m y una longitud de fibra promedio de aproximadamente 2,2 a aproximadamente 2,5 mm.
6. El producto de papel tisú de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la fibra larga de alta aspereza tiene una relación de la longitud promedio de la fibra, que tiene unidades de mm, a la aspereza, que tiene unidades de mg/100 m, de aproximadamente 0,12 o menos.
7. Un método para formar un producto de papel tisú tendido en húmedo suave y duradero que comprende las etapas de:
 - a. proporcionar una primera pasta de papel de fibra que consiste esencialmente en fibras cortas de pulpa de madera que tienen una longitud de fibra promedio de menos de 1,2 mm y fibra celulósica larga de alta aspereza que tiene una longitud de fibra promedio mayor que aproximadamente 2,0 mm y una aspereza de 20 mg/100 m o mayor;
 - b. proporcionar una segunda pasta de papel de fibra que comprende fibras largas de pulpa de madera de baja aspereza que tienen una longitud de fibra promedio mayor que aproximadamente 2,0 mm y una aspereza menor que 20 g/100 m;
 - c. depositar la primera pasta de papel de fibra sobre una tela de formación para formar una primera capa de contacto con el tejido;
 - d. depositar la segunda pasta de papel de fibra adyacente a la primera capa de contacto con la fibra para formar una capa intermedia;
 - e. depositar la primera pasta de papel de fibra adyacente a la capa intermedia para formar una primera capa en contacto con el aire;
 - f. deshidratar parcialmente la trama húmeda de papel tisú;
 - g. secar la trama de papel tisú; y
 - h. convertir la trama de papel tisú en un producto de papel tisú que tiene una GMT de aproximadamente 700 a aproximadamente 1200 g/3" (g/7,62 cm) y un valor de TS7 menor que aproximadamente 12,0 dB V² rms.
8. El método de la reivindicación 7, en donde las fibras largas de alta aspereza son fibras de pulpa kraft derivadas de *P. taeda*, *P. elliotti*, *P. palustris*, *P. pungens*, *P. rigida*, *P. serotina*, *P. muricata* o *P. radiata*, y sus combinaciones, y en donde el producto comprende de 5 a 20 % en peso de fibra larga de alta aspereza.
9. El método de la reivindicación 7 en donde la etapa de secado comprende secar por aire pasante la trama de papel tisú; y/o

en donde la etapa de secado comprende presionar la trama de papel tisú sobre un cilindro calentado y cregar la trama seca del cilindro; y/o

en donde la etapa de conversión comprende calandrar, grabar al relieve, imprimir, embobinar, cortar, revestir, perforar, o sus combinaciones.

10. El método de la reivindicación 7, en donde la fibra larga de alta aspereza tiene una longitud de fibra promedio de más de aproximadamente 2,0 a aproximadamente 3,0 mm y una aspereza de aproximadamente 22 mg/100 m a 25 mg/100 m.
- 5 11. El método de la reivindicación 7, en donde las fibras cortas de pulpa de madera comprenden fibras de pulpa kraft de madera dura y las fibras largas de pulpa de madera de baja aspereza comprenden fibras kraft de madera blanda del norte y en donde la capa intermedia está sustancialmente libre de fibra larga de alta aspereza.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65