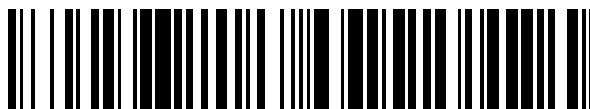


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 875 920**

51 Int. Cl.:

D21F 11/00 (2006.01)

D21H 27/10 (2006.01)

D21G 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2018** **E 18198917 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.03.2021** **EP 3633104**

54 Título: **Método de producción de papel kraft o papel de bolsa**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.11.2021

73 Titular/es:

BILLERUDKORSNÄS AB (100.0%)

Box 703

169 27 Solna, SE

72 Inventor/es:

LINDSTRÖM, OVE

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 875 920 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método de producción de papel kraft o papel de bolsa

5 CAMPO TÉCNICO

La presente divulgación se refiere a la producción de papeles kraft así como a nuevas cualidades del papel kraft.

10 ANTECEDENTES

Para muchas aplicaciones de papel kraft, se desea una superficie lisa, por ejemplo, para mejorar la calidad de impresión. El calandrado se utiliza con frecuencia para obtener una superficie muy lisa. Tradicionalmente, las calandras se han ubicado al final del proceso de fabricación de papel (en línea). El papel también se ha calandrado por separado (fuera de línea) después del proceso de fabricación del papel.

El calandrado en línea y fuera de línea mencionado anteriormente reduce el grosor del papel. Por lo general, eso se considera una desventaja para los productos que requieren una alta rigidez a la flexión, ya que la rigidez a la flexión, como se sabe, depende en gran medida del grosor.

Las calandras de prensado suave extendido, como las calandras de cinturón o las calandras de zapatos, se han desarrollado para limitar la reducción de grosor causada por el calandrado.

El documento EP3168362 divulga un papel kraft, en donde el gramaje es de 60 a 120 g/m²; el índice de resistencia a la flexión (BRI) en la dirección de la máquina (MD) es de 105-200 Nm⁶/kg³; el BRI en la dirección transversal (CD) es de 80-130 Nm⁶/kg³; la tensión de rotura en la MD es al menos del 3 %; y la tensión de rotura en la CD es al menos del 5 %. Como ejemplos específicos, divulga papeles que tienen una densidad en el intervalo de 840-890 kg/m³, una tensión de rotura en la MD en el intervalo de 3,9-5,0 %, un BRI en la MD en el intervalo de 136-146 Nm⁶/kg³ y una rugosidad del lado de impresión en el intervalo de 241-310 ml/min. Como referencia, divulga "Axello White" que tiene una densidad de 840 kg/m³, una tensión de rotura en la MD del 2,2 %, un BRI en la MD de 234 Nm⁶/kg³ y una rugosidad del lado de impresión de 220 ml/min.

SUMARIO

El inventor descubrió que si una banda de papel se calandra suavemente en estado húmedo (es decir, antes de que se haya completado el secado), las propiedades superficiales del papel resultante mejoran significativamente y el grosor se reduce; pero a diferencia del calandrado convencional, la rigidez a la flexión (medida como resistencia a la flexión) no disminuye. En muchos casos, la resistencia a la flexión incluso aumenta en ambas direcciones del papel.

Por lo tanto, se proporciona un método para producir un papel kraft, que comprende un paso de calandrado de una banda de papel con un contenido seco del 55-79 %, en donde la carga lineal del paso de calandrado es de 8-90 kN/m, tal como 10- 70 kN/m, 12-50 kN/m, 15-40 kN/m. El papel kraft tiene una tensión de rotura medida según SS-ISO 1924-3:2011 en la dirección de la máquina (MD) del 1,0-8,9 %. La densidad medida según ISO 534:2011 del papel kraft es preferiblemente 630-870 kg/m³.

También se proporciona un método para producir un papel de bolsa poroso con un valor de Gurley según ISO 5636-5:2013 inferior a 15 s, que comprende los pasos de compactar una banda de papel en una unidad Clupak y calandrar la banda de papel con un contenido seco del 55-79 %, en donde la carga lineal del paso de calandrado es 8-90 kN/m, tal como 10-70 kN/m, 12-50 kN/m, 15-40 kN/m. Por lo tanto, en la realización más amplia del papel de bolsa poroso, no hay ninguna limitación con respecto a la tensión de rotura de la MD. En cambio, existe una limitación con respecto al valor de Gurley.

DESCRIPCIÓN

Según un primer aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método para producir un papel kraft que tiene una tensión de rotura en la dirección de la máquina (MD) del 1,0-8,9 %. En la presente divulgación, los valores de tensión de rotura se miden según la norma SS-ISO 1924-3:2011.

La densidad del papel kraft es preferiblemente de 630-870 kg/m³. En realizaciones del primer aspecto, es 690-850 kg/m³, tal como 700-830 kg/m³, 730-830 kg/m³. En la presente divulgación, la densidad se mide según ISO 534:2011.

El gramaje del papel kraft puede ser de 50-140 g/m². Preferiblemente, es de 60-125 g/m².

En una realización particularmente preferida, el gramaje es de 70-90 g/m², tal como 75-85 g/m², cuando la tensión de rotura en la MD es del 1,0-2,9 % (ver el tercer aspecto discutido a continuación). En la presente divulgación, el gramaje se mide según ISO 536:2012.

En otra realización particularmente preferida, el gramaje es de 95-130 g/m², tal como 100-125 g/m², cuando la tensión de rotura en la MD es del 3,0-4,5 % (ver el cuarto aspecto discutido a continuación).

El método del primer aspecto comprende un paso de calandrado de una banda de papel con un contenido seco del 55-79 %, en donde la carga lineal del paso de calandrado es de 8-90 kN/m. Un contenido seco preferido en el paso de calandrado es del 55 al 75 %. La carga lineal es preferiblemente de 10 a 70 kN/m, por ejemplo de 12 a 50 kN/m. En una realización particularmente preferida, es de 15 a 40 kN/m. Los beneficios de las cargas lineales de ≤ 40 kN/m se muestran en la sección de ejemplos a continuación.

Este tipo de calandrado "húmedo", que utiliza una carga lineal relativamente baja, mejora sorprendentemente las propiedades de la superficie sin disminuir la rigidez a la flexión en la dirección de la máquina (MD). Incluso puede mejorar la rigidez a la flexión, en particular en la MD, aunque disminuye el grosor del papel. Esto se analizó con mayor detalle anteriormente en la sección de sumario y se muestra a continuación en la sección de ejemplos.

Las propiedades superficiales mejoradas pueden estar representadas por valores de rugosidad de Bendtsen relativamente bajos. Como ejemplo, la rugosidad de Bendtsen de al menos un lado del papel kraft del primer aspecto puede estar en el intervalo de 300-700 ml/min. En la presente divulgación, la rugosidad de Bendtsen se mide según ISO 8791-2.

Cuando aumenta la tensión de rotura en una dirección del papel, la resistencia a la flexión en la misma dirección normalmente disminuye. Por lo tanto, puede ser preferible evitar valores de tensión de rotura demasiado altos cuando la rigidez es una propiedad deseada. Por consiguiente, la tensión de rotura en la MD del papel kraft del primer aspecto puede mantenerse dentro del intervalo de 1,0-6,0 %.

En las realizaciones del primer aspecto en las que la tensión de rotura en la dirección de la máquina (MD) del papel kraft es de 1,0-2,9 %, el índice de resistencia a la flexión en la MD del papel kraft puede ser de 190-250 Nm⁶/kg³ (ver el tercer aspecto discutido a continuación).

En realizaciones del primer aspecto en las que la banda de papel se compacta en una unidad Clupak, los valores de tensión de rotura en la MD del papel kraft son por lo general más altos, es decir, del 3,0-8,9 % y preferiblemente del 3,0-6,0 %. En tales realizaciones, el índice de resistencia a la flexión en la MD del papel kraft puede ser de 90-120 Nm⁶/kg³, tal como 95-115 Nm⁶/kg³ (ver el cuarto aspecto discutido a continuación).

En la presente divulgación, la resistencia a la flexión se mide según ISO 2493-1:2010. En este método, se utilizan un ángulo de flexión de 15° y una longitud de lapso de prueba de 10 mm. Para obtener el índice de resistencia a la flexión, la resistencia a la flexión se divide por el cubo del gramaje.

La calandra utilizada para el calandrado del primer aspecto es preferiblemente una calandra de prensado suave, es decir, una calandra en la que se forma un prensado entre un rodillo con una superficie dura, como una superficie de metal, y un rodillo con una superficie blanda, como un rodillo cubierto de polímero.

Cuando se usa una unidad Clupak en el método del primer aspecto, la banda de papel se compacta preferiblemente en la unidad Clupak antes del paso de calandrado. Como bien sabe el experto en la materia, una unidad Clupak microcrea la banda de papel (compacta la banda de papel en la dirección de la máquina), de manera que los valores de tensión de rotura aumentan en la MD.

La calandra para el paso de calandrado del primer aspecto se dispone preferiblemente en una sección de secado de una máquina de papel. En dicha sección de secado, la banda de papel se seca antes y después del paso de calandrado.

El papel kraft del primer aspecto es preferiblemente un papel kraft de una sola capa. Un papel producido usando dos o más capas de entrada no es un papel de "una sola capa" según la presente divulgación. Un laminado tampoco es un papel de "una sola capa" según la presente divulgación.

También para un papel de bolsa poroso, resulta interesante la combinación de una rigidez relativamente alta y una superficie relativamente fina. Por ejemplo, una alta rigidez suele ser beneficiosa cuando el papel de bolsa se convierte en bolsas y una superficie más fina mejora la calidad de una impresión en el papel de bolsa. Como segundo aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método para producir un papel de bolsa. El papel de bolsa del segundo aspecto es relativamente poroso en el sentido de que tiene un valor de Gurley inferior a 15 s. Un límite inferior típico para el valor de Gurley es 2 s o 3 s. El experto en la materia sabe cómo producir papel de bolsa de dichos valores de Gurley (ver, por ejemplo, el documento WO 99/02772, que entre otras cosas, enseña a llevar a cabo nuestro refinado de HC, reducir el grado de refinado de LC (o incluso omitir el refinado de LC) y aumentar la dosificación del agente de refuerzo). En la presente divulgación, el valor de Gurley se mide según ISO 5636-5:2013.

Las propiedades superficiales mejoradas pueden estar representadas por valores de rugosidad de Bendtsen relativamente bajos. Como ejemplo, la rugosidad de Bendtsen de al menos un lado del papel de bolsa del segundo aspecto puede estar en el intervalo de 300-700 ml/min.

5 El método del segundo aspecto comprende los pasos de compactar una banda de papel en una unidad Clupak y calandrar la banda de papel con un contenido seco del 55-79 %, en donde la carga lineal del paso de calandrado es de 8-90 kN/m. Un contenido seco preferido y cargas lineales preferidas se analizan anteriormente en relación con el primer aspecto.

10 La densidad del papel de bolsa suele ser de 670 a 800 kg/m³, por ejemplo de 680 a 750 kg/m³. El gramaje del papel de bolsa puede ser de 50-140 g/m². Preferiblemente, el gramaje es 60-120 g/m², tal como 65-100 g/m².

15 Para los papeles de bolsa, se prefieren particularmente valores de tensión de rotura más altos, ya que corresponden a valores de TEA más altos (y TEA generalmente se considera que es el valor que mejor representa la resistencia relevante de la pared del papel de bolsa, lo que se respalda por la correlación entre TEA y los resultados de la prueba de caída). Por consiguiente, la tensión de rotura en la MD del papel de bolsa puede ser del 5,0-15,0 %. Como sabe el experto en la materia, tales valores de tensión de rotura se pueden obtener si en la producción se utiliza una unidad Clupak.

20 Para proporcionar resistencia, el papel de bolsa del segundo aspecto es preferiblemente un papel kraft.

25 Sin embargo, como se analizó anteriormente en relación con el primer aspecto, la rigidez reducida es a menudo un efecto secundario de los valores aumentados de tensión de rotura. En consecuencia, un papel de bolsa preferido producido según el segundo aspecto tiene un valor de tensión de rotura de la MD en el intervalo de 5,0-7,0 %, tal como 5,0-6,5 %, y un índice de resistencia a la flexión en la MD de 86-108 Nm⁶/kg³.

La calandra utilizada para el calandrado del segundo aspecto es preferiblemente una calandra de prensado suave (analizada con más detalle anteriormente en relación con el primer aspecto).

30 En el método del segundo aspecto, la banda de papel se compacta preferiblemente en la unidad Clupak antes del paso de calandrado.

35 La calandra para el paso de calandrado del segundo aspecto se dispone preferiblemente en una sección de secado de una máquina de papel. En dicha sección de secado, la banda de papel se seca antes y después del paso de calandrado.

40 Como entenderá el experto en la materia, los métodos del primer y del segundo aspecto se llevan a cabo en una máquina de papel que comprende una sección de formación (por ejemplo, una sección de alambre), una sección de prensado y una sección de secado. La banda de papel se forma en la sección de formación, se deshidrata en la sección de prensado y se seca en la sección de secado para producir el papel kraft (primer aspecto) o el papel de bolsa poroso (segundo aspecto).

45 La presente divulgación permite la producción de una nueva calidad de papel kraft, que es particularmente adecuada para envases para harina y azúcar, en especial los envases más pequeños de 0,5-2,5 kg que se encuentran en las tiendas de comestibles. Este papel, que se proporciona como un tercer aspecto no reivindicado de la presente divulgación, es un papel kraft de una sola capa que tiene:

50 - una densidad de 720-850 kg/m³;
- una tensión de rotura en la dirección de la máquina (MD) de 1,0-2,9 %, tal como 1,9-2,5 %; y
- un índice de resistencia a la flexión en la MD de 190-250 Nm⁶/kg³, tal como 200-240 Nm⁶/kg³,
en donde al menos un lado del papel kraft de una sola capa tiene una rugosidad de Bendtsen de 300-700 ml/min.

55 La densidad del papel kraft del tercer aspecto es preferiblemente de 730-830 kg/m³, tal como 750-830 kg/m³. El gramaje del papel kraft del tercer aspecto es preferiblemente de 50-140 g/m², tal como 60-120 g/m², 65-100 g/m², 70-90 g/m². En una realización particularmente preferida, el gramaje es de 75-85 g/m².

60 La tensión de rotura en la dirección transversal (CD) del papel kraft del tercer aspecto puede ser del 6,0-10,0 %, por ejemplo del 7,0-9,0 %. Una capacidad de estiramiento de CD relativamente alta es beneficiosa ya que da como resultado valores altos de TEA, que son beneficiosos en los paquetes de harina y azúcar (para evitar la rotura del paquete).

65 El índice de absorción de energía de tracción (TEA) geométrica del papel kraft del tercer aspecto puede ser, por ejemplo, 1,9-2,2 J/g. En la presente divulgación, los valores de TEA se miden según la norma SS-ISO 1924-3:2011. Para obtener el índice de TEA, el valor de TEA se divide por el gramaje.

El índice de TEA geométrica se calcula como la raíz cuadrada del producto del índice de TEA en la MD y CD:

Índice de TEA geométrica = $V(\text{Índice TEA (MD)} * \text{índice TEA (CD)})$.

- 5 El índice de resistencia a la flexión en la CD del papel kraft del tercer aspecto puede ser de 70-110 Nm⁶/kg³, tal como 80-100 Nm⁶/kg³.
- El valor de Gurley del papel kraft del tercer aspecto es preferiblemente de 25-60 s, tal como 25-45 s. Estos valores de Gurley son beneficiosos durante el llenado de los paquetes de harina o azúcar.
- 10 También se proporciona un uso del papel kraft del tercer aspecto para formar un paquete de harina o azúcar. De manera similar, se proporciona un método para formar un paquete para harina o azúcar que comprende el paso de convertir un papel del tercer aspecto en el paquete. El método además puede comprender el paso de llenar el paquete con azúcar o harina u otro alimento en polvo y, opcionalmente, sellar el paquete después del llenado. Esto no excluye otros usos del papel del tercer aspecto.
- 15 La presente divulgación permite la producción de otra nueva calidad de papel kraft, que es particularmente adecuada para bolsas de harina y azúcar, en especial las bolsas más grandes de 10-20 kg que se entregan, por ejemplo, en las panaderías. Este papel, que se proporciona como un cuarto aspecto no reivindicado de la presente divulgación, es un papel kraft de una sola capa que tiene:
- 20 - una densidad de 735-835 kg/m³;
 - una tensión de rotura en la dirección de la máquina (MD) de 3,0-4,5 %, tal como 3,5-4,5 %; y
 - un índice de resistencia a la flexión en la MD de 118-158 Nm⁶/kg³, tal como 118-148 Nm⁶/kg³, 118-138 Nm⁶/kg³,
- 25 en donde al menos un lado del papel kraft tiene una rugosidad de Bendtsen medida según ISO 8791-2 de 250-700 ml/min, tal como 300-700 ml/min.
- La densidad del papel kraft del cuarto aspecto es preferiblemente de 750-830 kg/m³, tal como 750-820 kg/m³.
- 30 El gramaje del papel kraft del cuarto aspecto puede ser de 50-140 g/m², tal como 80-130 g/m². Para proporcionar suficiente resistencia a la bolsa de harina o azúcar antes mencionada, el gramaje es preferiblemente de 95-130 g/m². En una realización particularmente preferida, el gramaje es de 100-125 g/m².
- 35 La tensión de rotura en la dirección transversal (CD) del papel kraft del cuarto aspecto puede ser del 6,0-10,0 %, por ejemplo del 7,0-9,0 %. Una capacidad de estiramiento de CD relativamente alta es beneficiosa ya que da como resultado valores altos de TEA, que son beneficiosos en las bolsas de harina y azúcar (para evitar la rotura de la bolsa).
- 40 El índice de absorción de energía de tracción (TEA) geométrica del papel kraft del cuarto aspecto puede ser, por ejemplo, 2,4-2,8 J/g.
- El valor de Gurley del papel kraft del cuarto aspecto es preferiblemente de 18 a 60 s, tal como 20-40 s.
- 45 También se proporciona un uso del papel kraft del cuarto aspecto para formar una bolsa de harina o azúcar. De manera similar, se proporciona un método para formar una bolsa para harina o azúcar que comprende el paso de convertir un papel del cuarto aspecto en la bolsa. El método además puede comprender el paso de llenar la bolsa con azúcar o harina u otro alimento en polvo y, opcionalmente, sellar la bolsa después del llenado. Esto no excluye otros usos del papel del cuarto aspecto.
- 50 Todos los papeles de la presente divulgación están preferiblemente blanqueados, lo que en general significa un brillo de al menos el 78 % o al menos el 80 % según ISO 2470-1:2016. Preferiblemente, el brillo de un papel blanqueado de la presente divulgación es de al menos el 81 %, tal como 81-89 % (ISO 2470-1:2016).
- 55 Para proporcionar una alta resistencia a la tracción (que contribuye a una TEA alta), la materia prima utilizada para preparar la pulpa que se utiliza para formar los papeles de la presente divulgación comprende preferiblemente madera blanda (que tiene fibras largas y forma un papel resistente). Por consiguiente, los papeles de la presente divulgación se forman preferiblemente a partir de una pulpa de papel que comprende al menos un 50 % de pulpa de madera blanda, tal como al menos un 70 % de pulpa de madera blanda. En algunas realizaciones, al menos el 80 %, tal como al menos el 90 %, es pulpa de madera blanda. En otras realizaciones, hasta el 30 %, tal como el 10-25 %, es pulpa de madera dura para mejorar la formación y las propiedades superficiales. Los porcentajes se basan en el peso seco de la pulpa.
- 60 Preferiblemente, solo se usa pulpa virgen para formar los papeles de la presente divulgación.

65

Ejemplos

Ejemplo 1

Se llevaron a cabo pruebas a gran escala para producir papeles estirables blancos en una máquina de papel que también se utiliza para producir papel de bolsa. Se produjo tanto papel calandrado en húmedo como papel no calandrado (de referencia).

La producción se describe a continuación.

Se proporcionó una pulpa de sulfato de madera blanda blanqueada. La pulpa se sometió a refinado de alta consistencia (HC) (180 kWh por tonelada de papel) con una consistencia de aproximadamente 39 % y refinado de baja consistencia (LC) (65 kWh por tonelada de papel) a una consistencia de aproximadamente 4,3 %. Se añadieron a la pulpa almidón catiónico (7 kg por tonelada de papel), resinato (2,4 kg por tonelada de papel) y alumbre (3,5 kg por tonelada de papel). En la caja de entrada, el pH de la pulpa/materia prima era aproximadamente 5,8 y la consistencia de la pulpa/materia prima era aproximadamente del 0,3 %. Se formó una banda de papel en una sección de alambre. El contenido seco de la banda de papel que sale de la sección de alambre fue aproximadamente del 19 %. La banda de papel se deshidrató en una sección de prensa que tenía dos prensados para obtener un contenido seco de aproximadamente el 38 %. La banda de papel deshidratada luego se secó en una sección de secado posterior que tenía nueve grupos de secado, incluida una unidad Clupak, dispuestos en serie. En este contexto, se consideró que la unidad Clupak era un "grupo de secado". La unidad Clupak se dispuso como grupo de secado siete, lo que significa que la banda de papel se secó en la sección de secado antes y después de compactarse en la unidad Clupak.

Al entrar en la unidad Clupak, el contenido de humedad de la banda de papel era del 40 %. La presión del cilindro hidráulico ejercida sobre la barra de prensado se estableció en 30 bares, lo que generó una carga lineal de 33 kN/m. La presión del cilindro hidráulico que estira la correa de goma se fijó en 31 bares, lo que generó una tensión de la correa de 7 kN/m. Para reducir la fricción entre la banda de papel y el cilindro de acero en la unidad Clupak, se añadió un líquido de liberación (polietilenglicol al 1,5 %) en una cantidad de 250 litros/hora. La velocidad de la banda de papel en el grupo de secado ocho, que era el grupo de secado dispuesto directamente aguas abajo de la unidad Clupak, era un 11 % menor que la velocidad de la banda de papel que entraba en la unidad Clupak.

Aguas abajo se volvió a construir una parte posterior del grupo de secado ocho para comprender una calandra de prensado suave (es decir, un prensado entre un rodillo que tiene una superficie dura (acero) y un rodillo que tiene una superficie blanda (goma)). Por lo tanto, la banda de papel se secó ligeramente entre la unidad Clupak y la calandra de prensado suave, de manera que la banda de papel se sometió a calandrado con un contenido de humedad del 35 %. Se varió la carga lineal (ver tabla 1). La temperatura del rodillo de acero de la calandra de prensado suave fue de aproximadamente 100 °C. El papel de referencia no se sometió a calandrado.

Las propiedades de los papeles producidos en los ensayos se presentan en la siguiente tabla 1.

Tabla 1. Propiedades del papel del papel calandrado en húmedo y del papel no calandrado. La muestra tomada "después del rollo gigante y el enrollado" se obtuvo de la parte superior (es decir, una capa exterior) de un rollo para el cliente.

Ensayo	Papel calandrado en húmedo	Papel calandrado en húmedo	Papel calandrado en húmedo	Papel calandrado en húmedo	Papel sin calandrar (referencia)
Muestra tomada	Después del rollo gigante y enrollado	Parte superior del rollo gigante	Parte superior del rollo gigante	Parte superior del rollo gigante	Parte superior del rollo gigante
Carga de la línea de calandrado en húmedo (kN/m)	30	30	40	50	0
Gramaje (g/m ²)	150	150	150	150	150
Grosor (mm)	175	178	176	175	200
Densidad (kg/m ³)	861	859	867	870	765
Capacidad de estiramiento de la MD (%)	14,8	14,7	14,3	15,0	14,6
Capacidad de estiramiento de la CD (%)	9,6	10,0	9,7	9,8	9,9
Índice de TEA de MD/CD (J/g)	6,8/3,0	6,7/3,2	6,3/3,2	6,6/3,2	6,6/3,2

(continuación)

Índice de estallido (mN/kg)	5,0	5,0	5,3	5,2	4,8
Resistencia a la flexión de MD (mN)	180	190	175	169	165
Resistencia a la flexión de CD (mN)	194	191	193	155	169
Índice de resistencia a la flexión de MD (Nm ⁶ /kg ³)	53,3	56,3	51,9	50,1	48,9
Índice de resistencia a la flexión de CD (Nm ⁶ /kg ³)	57,5	56,6	57,2	45,9	50,1
Valor(es) de Gurley	82	86	92	103	57
Rugosidad de Bendtsen, SS* (ml/min)	738	747	806	749	1451
Rugosidad de Bendtsen, RS** (ml/min)	1492	1793	1728	1688	3541
* Lado de acero en el calandrado, ** Lado de goma en el calandrado					

La Tabla 1 muestra que el método del ejemplo 1 está fuera del alcance de la presente invención debido a su alta capacidad de estiramiento y altos valores de Gurley. Sin embargo, la Tabla 1 todavía demuestra que el calandrado en húmedo mejora significativamente las propiedades de la superficie. En particular, el lado del papel en contacto con el rodillo de acero (duro) en el paso de calandrado en húmedo obtuvo una superficie fina (baja rugosidad de Bendtsen) independientemente de la carga lineal. Sorprendentemente, se puede concluir que no fue necesario utilizar cargas lineales elevadas para obtener una rugosidad de Bendtsen significativamente reducida. Más sorprendentemente, se descubrió que el calandrado en húmedo generalmente no disminuía la rigidez (medida como el índice de resistencia a la flexión) del papel. En cambio, el índice de resistencia a la flexión de MD se incrementó para todas las cargas lineales analizadas a pesar de que el espesor se redujo por el calandrado en húmedo. Las cargas lineales inferiores (≤ 40 kN/m) incluso aumentaron la resistencia a la flexión tanto en MD como en CD.

La Tabla 1 también ilustra que el enrollado del papel en un rollo gigante y el posterior enrollado en un rollo para el cliente mejoran las propiedades de la superficie. Las propiedades de las muestras de papel tomadas de la parte superior del rollo gigante no son una representación justa del papel que se envía al cliente. Sin embargo, los efectos observados al comparar las muestras de papel tomadas de la misma posición siguen siendo válidos.

Ejemplo 2

Se llevaron a cabo pruebas a gran escala para producir papeles blancos en una máquina de papel que también se utiliza para producir papel de bolsa. Se produjeron dos papeles calandrados en húmedo (ensayos 2 y 5), un papel calandrado final (ensayo 1) y dos papeles sin calandrar (ensayos 3 y 4).

La producción se describe a continuación.

Ejemplo 2 - ensayos 1-3

Se proporcionó una pulpa kraft de madera blanda blanqueada (100 % fibras vírgenes). La pulpa se sometió a refinado de alta consistencia (HC) (159 kWh por tonelada de papel) con una consistencia de aproximadamente 35 % y refinado de baja consistencia (LC) (84 kWh por tonelada de papel) a una consistencia de aproximadamente 4 %. Se añadieron a la pulpa almidón catiónico (7,1 kg por tonelada de papel), resinato (2 kg por tonelada de papel) y alumbre (2,9 kg por tonelada de papel). En la caja de entrada, el pH de la pulpa/materia prima era aproximadamente 5 y la consistencia de la pulpa/materia prima era aproximadamente del 0,25 %. Se formó una banda de papel en una sección de alambre. El contenido seco de la banda de papel que sale de la sección de alambre fue aproximadamente del 18 %. La banda de papel se deshidrató en una sección de prensa para obtener un contenido seco de aproximadamente el 42 %.

La banda de papel deshidratada luego se secó en una sección de secado posterior que tenía 8 grupos de secado, incluida una unidad Clupak, dispuestos en serie. En este contexto, se consideró que la unidad Clupak era un "grupo de secado". La unidad Clupak se dispuso como grupo de secado 5, lo que significa que la banda de papel se secó en la sección de secado antes y después de la unidad Clupak.

En los ensayos 1-3, la unidad Clupak no estaba funcionando y la banda de papel pasó sin compactarse. Sin embargo, en los ensayos 4 y 5, el papel se compactó en la unidad Clupak (descrita a continuación).

5 Se dispuso una calandra de prensado suave entre la unidad Clupak y el siguiente grupo de secado (el rodillo de acero de la calandra de prensado suave estaba orientado hacia el lado del alambre de la banda de papel). La temperatura del rodillo de acero de la calandra de prensado suave fue de aproximadamente 50°C. En el ensayo 2, la banda de papel se sometió a calandrado en la calandra de prensado suave con un contenido seco de aproximadamente el 65 %. La presión de la calandra de prensado suave se fijó en 2,6 bares, correspondiente a una carga lineal de 15 kN/m. En los ensayos 1 y 3, la calandra de prensado suave no funcionaba y la banda de papel pasó sin calandrado.

Después de la calandra de prensado suave, el papel se secó adicionalmente en los grupos de secado 6-8 para obtener un contenido de humedad del 7,5 %.

15 Se dispuso una calandra de prensado suave después del último grupo de secado (el rodillo de acero se enfrentaba al lado del alambre de la banda de papel). La temperatura del rodillo de acero de esta calandra de prensado suave fue de aproximadamente 100 °C. En el ensayo 1, la banda de papel se sometió a un calandrado final en esta calandra de prensado suave a una carga lineal de 100 kN/m. En los ensayos 2 y 3, la calandra de prensado suave final no funcionaba y la banda de papel pasó sin calandrado.

Ejemplo 2: ensayos 4 y 5

25 Se proporcionó una pulpa kraft de madera blanda blanqueada (100 % fibras vírgenes). La pulpa se sometió a refinado de alta consistencia (HC) (284 kWh por tonelada de papel) con una consistencia de aproximadamente 35 % y refinado de baja consistencia (LC) (93 kWh por tonelada de papel) a una consistencia de aproximadamente 4 %. Se añadieron a la pulpa almidón catiónico (8,6 kg por tonelada de papel), resinato (3,7 kg por tonelada de papel) y alumbre (4,9 kg por tonelada de papel). En la caja de entrada, el pH de la pulpa/materia prima era aproximadamente 5 y la consistencia de la pulpa/materia prima era aproximadamente del 0,25 %. Se formó una banda de papel en una sección de alambre. El contenido seco de la banda de papel que sale de la sección de alambre fue aproximadamente del 18 %. La banda de papel se deshidrató en una sección de prensa para obtener un contenido seco de aproximadamente el 42 %.

35 La banda de papel deshidratada luego se secó en una sección de secado posterior que tenía 8 grupos de secado, incluida una unidad Clupak, dispuestos en serie. En este contexto, se consideró que la unidad Clupak era un "grupo de secado". La unidad Clupak se dispuso como grupo de secado 5, lo que significa que la banda de papel se secó en la sección de secado antes y después de la unidad Clupak.

40 En los ensayos 4 y 5, el papel se compactó en la unidad Clupak.

45 Se dispuso una calandra de prensado suave entre la unidad Clupak y el siguiente grupo de secado (el rodillo de acero de la calandra de prensado suave estaba orientado hacia el lado del alambre de la banda de papel). La temperatura del rodillo de acero de la calandra de prensado suave fue de aproximadamente 50 °C. En el ensayo 5, la banda de papel se sometió a calandrado en la calandra de prensado suave con un contenido seco del 65 %. La presión de la calandra de prensado suave se fijó en 2,6 bares, correspondiente a una carga lineal de 15 kN/m. En el ensayo 4, la calandra de prensado suave no funcionaba y la banda de papel pasó sin calandrado.

Después de la calandra de prensado suave, el papel se secó adicionalmente en los grupos de secado 6-8 para obtener un contenido de humedad del 7,5%.

50 Se dispuso una calandra de prensado suave después del último grupo de secado (el rodillo de acero estaba orientado hacia el lado del alambre de la banda de papel). En los ensayos 4 y 5, la calandra de prensado suave final, sin embargo, no funcionaba y la banda de papel pasó sin calandrado.

55 Las propiedades de los papeles producidos en los ensayos 1-5 del ejemplo 2 se presentan en la siguiente tabla 2.

Tabla 2. "BR" significa resistencia a la flexión. "BRI" significa índice de resistencia a la flexión. "B. roug". significa rugosidad de Bendtsen. "TS" significa lado superior. "WS" significa lado del alambre.

Ensayo	1	2 (inventivo)	3	4	5 (inventivo)
Funcionamiento de Clupak (sí/no)	No	no	no	sí	sí
Calandrado	Final	húmedo	no	no	húmedo

(continuación)					
Gramaje (g/m ²)	80,53	79,33	78,27	79,98	79,80
Grosor (mm)	93,62	102,07	112,85	109,88	101,51
Densidad (kg/m ³)	860,18	777,21	693,58	727,88	786,13
Capacidad de estiramiento de la MD (%)	2,10	2,25	2,29	6,50	4,90
Capacidad de estiramiento de la CD (%)	7,38	7,40	10,90	9,45	7,58
Índice de TEA de MD/CD (J/g)	1,45/3,05	1,54/2,88	1,63/3,68	2,50/3,00	2,38/2,69
Índice geométrico de TEA (J/g)	2,10	2,11	2,45	2,74	2,53
Índice de estallido (mN/kg)	5,0	5,5	4,9	6,8	6,7
BR MD (mN)	85	111	102	44	53
BR CD (mN)	43	44	38	36	36
MD BRI (Nm ⁶ /kg ³)	162,8	222,3	212,7	86,0	104,3
CD BRI (Nm ⁶ / kg ³)	57,5	56,6	57,2	45,9	50,1
Gurley (s)	52,69	39,16	49,38	23,75	25,64
B. roug. TS (ml/min)	264	554	1 376	1 226	473
B. roug. WS (ml/min)	203	483	1 007	706	401

La Tabla 2 muestra que el calandrado en húmedo mejora significativamente las propiedades de la superficie (comparar el ensayo 2 con el ensayo 3 y el ensayo 5 con el ensayo 4). La carga lineal del calandrado "húmedo" se puede aumentar hasta por ejemplo 30 o 40 kN/m para mejorar aún más los valores de rugosidad de Bendtsen, en particular los del ensayo 2. Además, la tabla 2 confirma que el calandrado en húmedo generalmente no disminuye la rigidez (medida como el índice de resistencia a la flexión) del papel a pesar de una reducción del espesor (comparar el ensayo 2 con el ensayo 3 y el ensayo 5 con el ensayo 4). En cambio, el índice de resistencia a la flexión en la MD se incrementó tanto para el papel compactado con Clupak como para el no compactado. Para el papel no compactado, el índice de resistencia a la flexión también se incrementó en la CD (comparar el ensayo 2 con el ensayo 3).

Al disminuir la compactación del papel del ensayo 5 en el Clupak, se puede obtener una capacidad de estiramiento de MD en el intervalo del 3,0-4,5 %. Se espera que tal disminución de la elasticidad de la MD aumente el índice de resistencia a la flexión en la MD hasta un valor en el intervalo de 118-158 Nm⁶/kg³.

En base a los datos de las tablas 1 y 2, se espera que un papel calandrado en húmedo tenga propiedades superficiales significativamente mejores que un papel calandrado final del mismo índice de resistencia a la flexión. En consecuencia, la presente divulgación i.a. facilita la producción de papel con propiedades superficiales significativamente mejoradas sin sacrificar la rigidez.

REIVINDICACIONES

- 5 1- Un método para producir un papel kraft que tiene una densidad medida según ISO 534:2011 de 630-870 kg/m³ y una tensión de rotura medida según SS-ISO 1924-3:2011 en la dirección de la máquina (MD) de 1,0-8,9 %, que comprende un paso de calandrado de una banda de papel con un contenido seco de 55-79 %, en donde la carga lineal del paso de calandrado es 8-90 kN/m, tal como 10-70 kN/m, 12-50 kN/m, 15-40 kN/m.
- 10 2- El método según la reivindicación 1, en donde la densidad medida según ISO 534:2011 del papel kraft es 690-850 kg/m³, tal como 700-830 kg/m³, 730-830 kg/m³.
- 15 3- El método según la reivindicación 1 o 2, en donde la tensión de rotura medida según SS-ISO 1924-3:2011 en la dirección de la máquina (MD) del papel kraft es de 1,0-2,9 % y el índice de resistencia a la flexión en la MD del papel kraft medido según ISO 2493-1:2010 es 190-250 Nm⁶/kg³.
- 20 4- El método según la reivindicación 1 o 2, en donde la banda de papel se compacta en una unidad Clupak, la tensión de rotura medida según SS-ISO 1924-3:2011 en la dirección de la máquina (MD) del papel kraft es 3,0-8,9 %, tal como 3,0-6,0 %, y el índice de resistencia a la flexión medido según ISO 2493-1:2010 en la MD del papel kraft es 90-120 Nm⁶/kg³, tal como 95-115 Nm⁶/kg³.
- 25 5- Un método para producir un papel de bolsa con un valor de Gurley según ISO 5636-5:2013 de 2-15 s, que comprende los pasos de compactar una banda de papel en una unidad Clupak y calandrar la banda de papel con un contenido seco del 55-79 %, en donde la carga lineal del paso de calandrado es 8-90 kN/m, tal como 10-70 kN/m, 12-50 kN/m, 15-40 kN/m.
- 30 6- El método según la reivindicación 4 o 5, en donde la banda de papel se compacta en la unidad Clupak antes del paso de calandrado.
- 35 7- El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el contenido seco en el paso de calandrado es 55-75 %.
- 40 8- El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el paso de calandrado se realiza en una sección de secado de una máquina de papel, en cuya sección de secado la banda de papel se seca antes y después del paso de calandrado.
- 9- El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde para el paso de calandrado se utiliza una calandra de prensado suave.
- 10- El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la rugosidad de Bendtsen medida según ISO 8791-2 en al menos una cara del papel kraft o bolsa es de 300-700 ml/min.