

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 616 885**

51 Int. Cl.:

D21H 17/30	(2006.01)
C01F 11/02	(2006.01)
D21H 17/67	(2006.01)
D21H 17/70	(2006.01)
D21H 17/00	(2006.01)
D21H 21/10	(2006.01)
D21H 21/18	(2006.01)
D21H 23/04	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.04.2014 PCT/FI2014/050299**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **30.10.2014 WO2014174155**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2014 E 14727223 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.11.2016 EP 2989249**

54 Título: **Procedimiento para proporcionar una carga a una composición de fabricación de una banda de fibras, y papel o cartón**

30 Prioridad:

26.04.2013 FI 20135433

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.06.2017

73 Titular/es:

**WETEND TECHNOLOGIES OY (50.0%)
Kaartilantie 7
57230 Savonlinna, FI y
STORA ENSO OYJ (50.0%)**

72 Inventor/es:

**HEISKANEN, ISTO;
IMPPOLA, OLAVI;
MATULA, JOUNI;
MATULA, JUSSI;
RÄSÄNEN, JARI;
TAHKOLA, KARRI y
VÄKEVÄINEN, MATTI**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 616 885 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

Procedimiento para proporcionar una carga a una composición de fabricación de una banda de fibras, y papel o cartón.

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a la fabricación de PCC (carbonato de calcio precipitado) en la composición de fabricación de banda de fibras y papel o cartón utilizando el PCC como carga. La presente invención se refiere especialmente a la preparación de carbonato de calcio y a la introducción de productos químicos de potenciación de la resistencia o de retención en la pasta de fabricación de papel o cartón.

10

Antecedentes de la técnica

El papel y cartón se fabrican con una suspensión de fibras, una denominada composición o pasta de fabricación de papel, drenando agua de la suspensión fibrosa a través de una tela o telas de una máquina de fabricación de papel o cartón. La pasta puede comprender varios componentes fibrosos, como por ejemplo pulpa química, pulpa quimicomecánica, pulpa mecánica y pulpa reciclada, y diversos aditivos, como cargas, adyuvantes de retención, agentes de dimensionamiento, tintes de papel, productos químicos de potenciación de la resistencia en húmedo y resistencia en seco, por nombrar tan sólo unos pocos.

20

Las cargas son habitualmente productos minerales finamente divididos, normalmente en el intervalo de tamaño de aproximadamente 0,5 a 5 micrómetros. La principal función de las cargas es reducir el coste de materiales por masa unitaria de papel ya que las cargas son considerablemente más baratas que las fibras de fabricación de papel, otras funciones son aumentar la opacidad y aumentar la lisura del producto final. El tipo de papel o cartón que va a producirse presenta un gran efecto sobre la elección de la carga, combinaciones de cargas y su nivel en el producto. Las cargas más importantes son carbonato de calcio y arcilla de caolín también conocida como caolín calcinado. La mayoría de las cargas se suministran a fábricas de papel o bien como polvos secos o bien como suspensiones. Una forma de carbonato de calcio, es decir carbonato de calcio precipitado (PCC) se prepara a menudo en una planta adyacente a la fábrica de papel, en el sitio, y se suministra a la máquina de papel como una suspensión. Últimamente, se ha sometido a prueba satisfactoriamente una producción en línea de PCC en aplicaciones a escala de fábrica. Por la producción en línea de PCC quiere decirse un proceso en el que la carbonatación de la lechada de cal (MOL) se realiza por medio de dióxido de carbono puro o dióxido de carbono que contiene gas en presencia de la pasta en el conducto que lleva la pasta o composición hasta la caja de entrada de la máquina de papel o cartón.

35

La lechada de cal puede producirse calcinando piedra caliza (carbonato de calcio) a alta temperatura para desprender CO₂, y apagando la cal resultante (óxido de calcio) mediante la adición de agua para formar una suspensión de cal (hidróxido de calcio).

Un inconveniente de la utilización de cargas se refiere al hecho de que mientras que, tal como ya se mencionó anteriormente, las cargas aumentan la opacidad, que es una característica deseada del papel o cartón, las cargas también reducen la resistencia del papel o cartón. Por tanto, el fabricante de papel presenta que encontrar un equilibrio entre opacidad y resistencia. Un modo de mantener una buena resistencia del producto con buenas propiedades ópticas es la utilización de cargas de alta calidad. Un buen ejemplo de cargas de alta calidad es caolín calcinado, que es un silicato de aluminio anhidro producido calentando caolín natural ultra fino hasta altas temperaturas en un horno. En el proceso de calcinación, el agua de hidroxilación se desprende en primer lugar como vapor a temperaturas de 500 - 700°C. Entonces se continúa el calentamiento hasta 1000°C en donde comienzan a aglomerarse partículas ultra finas para dar partículas más grandes. El resultado final es superficies de contacto caolín - aire con un volumen de poro interno relativamente grande. Tras la calcinación, se pulveriza la arcilla para eliminar cualquier aglomerado sobredimensionado. El producto final presenta normalmente una distribución de tamaño de partícula muy estrecha. El caolín calcinado se define como una carga de especialidad y se aplica principalmente con el fin de aumentar la dispersión de luz y opacidad y también reducir el posible traspaso de la impresión de la tinta. Sin embargo, el nivel de precio promedio del caolín calcinado es de aproximadamente 3 veces en comparación con PCC. En la práctica esto significa que el fabricante de papel podría utilizar tres veces más PCC que caolín calcinado. Sin embargo, un alto aumento de este tipo en la utilización de PCC significaría inevitablemente una reducción drástica en la resistencia del papel.

50

Un inconveniente adicional de la utilización de cargas es que tienden a interferir con la unión entre fibras, reduciendo la resistencia del papel. Otro inconveniente es la tendencia de las cargas de tamaño pequeño a pasar por la tela de la máquina de papel y acabar en el filtrado. La retención de la carga es un término que describe la proporción de las cargas que permanecen en la banda sobre la tela. Cuanto menor es el valor más débil es la retención. Un inconveniente adicional es la tendencia de las cargas a formar aglomerados que disminuyen la calidad del papel. Por tanto hay unas pocas reglas tradicionales para la utilización de cargas, es decir (a) asegurarse de que el material de carga está completamente dispersado en partículas individuales antes de que se añada a la composición o pasta de fabricación de papel. Algunas veces se utiliza un producto químico específico, es decir un dispersante, para el fin anterior. (b) Mezclarlo con la composición en una ubicación que no afecta adversamente a otros aditivos, y (c)

65

retenerlo en la malla de fibras sobre la tela de la máquina de papel. Los objetivos primero y último algunas veces pueden estar en conflicto entre sí, especialmente si se ha utilizado una gran cantidad de dispersante para crear una suspensión estable. Además, es obvio que cuanto más fino sea el material de la carga más fácilmente se filtrará fuera de la banda y la tela, y más débil será la retención. Para mejorar la retención se le dota a la composición de agente(s) de retención para flocular la carga con las fibras y otros sólidos en la composición. A partir de lo anterior debe entenderse que productos químicos adicionales, como dispersantes, productos químicos de potenciación de la resistencia y adyuvantes de retención se utilizan diariamente para facilitar la utilización aumentada de cargas.

Además, también se utilizan productos químicos de potenciación de la resistencia del papel, es decir la unión interna, resistencia al estallido, resistencia a la tracción, etc. e incluyen diversos polímeros naturales y artificiales o sintéticos. Uno de los productos químicos de potenciación de la resistencia más ampliamente utilizados es el almidón. El almidón puede ser almidón no iónico, aniónico, catiónico o anfótero, o una mezcla de dos o más de dichos almidones. El almidón puede estar no modificado, oxidado, reticulado, en forma de un éster o éter o modificado de cualquier otro modo. El almidón puede basarse en cualquier materia prima, por ejemplo patata, maíz, trigo, tapioca, arroz, maíz, maíz ceroso. Derivados de goma guar y carboximetilcelulosa (CMC) son los polímeros naturales más populares.

PAAE (poliamidoamina-epiclorhidrina), c-PAM (polímero de poliacrilamina catiónica), a-PAM (PAM aniónica), silicato, nanopartículas, copolímero de polivinilamina y poliacrilato (PA), copolímeros aniónicos de acrilamida u otro polímero de acrilamida son ejemplos ampliamente utilizados de los productos químicos de potenciación de la resistencia sintéticos.

La distinción entre productos químicos de retención y productos químicos de potenciación de la resistencia es, en la práctica, insignificante, ya que el principio de trabajo de ambos productos químicos es el mismo, y se introducen en la composición a aproximadamente el mismo tiempo, es decir en la composición aguar arriba de la caja de entrada de la máquina de papel.

El documento WO-A1-2007/067146 comenta un procedimiento de producción en el sitio de carbonato de calcio precipitado (PCC) para su utilización como carga en la producción de papel o cartón, en el que la carbonatación del hidróxido de calcio se realiza en presencia de almidón. El carbonato de calcio precipitado producido mediante el procedimiento descrito anteriormente y cuando se utiliza como carga disminuye la tendencia a la formación de polvo del papel y aumenta la resistencia del papel o cartón. Se cree que los resultados anteriores se deben a la unión del almidón a las partículas de carga a pequeña escala de manera que no están sueltas en el papel, y, por tanto, no pueden provocar formación de polvo. En el procedimiento comentado en el documento WO el PCC se produce en el sitio ya que se cree que la presencia de fibras y partículas finas altera la incorporación de almidón en las partículas de PCC. La mezcla de PCC-almidón se transporta para su utilización en la fábrica de papel por medio de bombeo o por medio de un camión cisterna.

Los documentos US-2.188.494, US-3.443.890 y US-B1-6.294.143 comentan básicamente procedimientos similares de fabricación de PCC en presencia de almidón o, en un sentido más amplio, en presencia de hidratos de carbono.

Aún, cuando se considera la producción de PCC en presencia de almidón, o hidratos de carbono, comentada en las publicaciones de la técnica anterior, por ejemplo el documento WO mencionado anteriormente enseña que el carbonato de calcio precipitado no se produce lo más preferiblemente en presencia de fibras, puesto que las fibras y partículas finas pueden alterar la incorporación del almidón y/o la carboximetilcelulosa en las partículas de PCC. Además, la producción de carbonato de calcio precipitado separada del procedimiento de fabricación de papel, es decir no *in situ* durante la fabricación de papel, hace más fácil controlar el procedimiento. En otras palabras, en la técnica anterior hay un claro prejuicio de que el almidón pierda su capacidad para unirse a los materiales particulados de PCC cuando están presentes fibras o partículas finas, por lo cual podría esperarse que, con el fin de garantizar una unión suficiente a las fibras, es decir para mejorar la retención de PCC, y la resistencia del papel o cartón, debe utilizarse una sobredosis de producto químico de potenciación de la resistencia/retención de la resistencia.

El documento WO-A2-2009103853 comenta la introducción de componentes de pasta espesa en la composición por medio de una mezcladora de inyección. El documento también sugiere que mientras que se inyecta una pasta espesa, podrían introducirse también productos químicos, como lechada de cal junto con un componente de pasta espesa. El documento enseña además la introducción de lechada de cal y dióxido de carbono en la composición antes del tamiz de la caja de entrada y el producto químico de retención junto con una fracción fina del filtro de recuperación de fibras tras el tamiz de la caja de entrada de manera que la precipitación de PCC haya tenido lugar antes de la inyección del producto químico de retención. El documento comenta además cómo pueden mezclarse de antemano diversos aditivos con un componente de pasta espesa, es decir antes de inyectar el componente de pasta espesa en la composición.

El documento WO-A2-2009103854 comenta la precipitación de PCC en la circulación corta de una máquina de banda de fibras. El documento sugiere introducir todos o por lo menos sustancialmente todos los productos químicos necesarios en la fabricación de una banda de fibras tras la precipitación de PCC en la composición.

El documento DE-A1-102007029688 comenta procedimientos de producción de PCC para la fabricación de papel. El documento enseña la preparación de PCC en un reactor separado en el que se introducen agua, lechada de cal, dióxido de carbono y núcleos para la cristalización. El documento enseña que pueden utilizarse los núcleos, las partículas finas, las impurezas finas, el agente de retención, el almidón, etc. Tras precipitarse el PCC se introduce la suspensión que va a mezclarse con los constituyentes fibrosos de la composición, es decir fibras de fabricación de papel, por ejemplo. Por tanto el documento enseña de la manera del documento WO-A1-2007/067146 comentado anteriormente, la precipitación de PCC en presencia de, entre otras opciones, almidón o producto químico de retención. Sin embargo, el procedimiento comentado presenta unas cuantas desventajas. En primer lugar, permitir que los cristales de PCC precipiten sobre las partículas finas, impurezas finas, etc. conduce a partículas de pequeño tamaño que son relativamente inactivas y aptas para filtrarse en el agua blanca en la fabricación de papel a menos que se unan a las fibras mediante retención de productos químicos añadidos posteriormente en la composición. Y en segundo lugar, si los núcleos están compuestos por moléculas químicas de retención, las moléculas estarán, durante la reacción de precipitación, rodeadas por cristales de PCC de manera que las moléculas no presentan o por lo menos muy poca superficie libre para unirse a las fibras cuando, posteriormente, entran en contacto con las mismas.

Por tanto los principales problemas de la técnica anterior son

- altos costes de inversión, energía, ejecución y mantenimiento en la producción de PCC en una instalación en el sitio,
- aumento de la utilización de cargas caras de alta calidad si se requieren tanto alta opacidad como resistencia,
- aumento de la utilización de productos químicos de potenciación de la resistencia/retención si se requieren tanto alta opacidad como resistencia, y
- homogeneidad desigual de los cristales de PCC.

Breve resumen de la invención

Un objetivo de la presente invención es desarrollar un procedimiento nuevo de producción de PCC, que evite por lo menos algunos de los problemas comentados en relación con los procedimientos anteriores de la técnica anterior.

Un objetivo adicional de la presente invención es desarrollar un procedimiento nuevo de fabricación de PCC en presencia de un polímero de potenciación de la resistencia/retención.

Un objetivo aún adicional de la presente invención es desarrollar un modo nuevo de proporcionar papel o cartón, más generalmente banda de fibras, con alta opacidad sin la necesidad de utilizar cargas de alta calidad caras.

Un objetivo todavía adicional de la presente invención es desarrollar un procedimiento nuevo de fabricación de PCC por medio del cual se aumenta la retención de PCC/carga en la banda de fibras.

Un objetivo todavía adicional de la presente invención es desarrollar un procedimiento nuevo de fabricación de PCC por medio del cual se mejoran las propiedades de resistencia de la banda de fibras.

Un objetivo todavía adicional de la presente invención es desarrollar un procedimiento nuevo de fabricación de PCC por medio del cual se aumenta la proporción de la carga en la banda de fibras.

Un objetivo todavía adicional de la presente invención es desarrollar un procedimiento nuevo de fabricación de PCC por medio del cual se reduce la necesidad de producto químico de potenciación de la resistencia/retención.

Por lo menos uno de los objetivos anteriores se ha logrado en la presente invención mediante un procedimiento para proporcionar una carga a una composición de fabricación de banda de fibras, que comprende las etapas siguientes

- a) proporcionar la composición a un conducto que conduce a una caja de entrada de una máquina de banda de fibras,
- b) hacer que la composición que comprende unas fibras de fabricación de banda de fibras fluya hacia la caja de entrada,
- c) mezclar por lo menos un producto químico de potenciación de la resistencia/retención con lechada de cal juntos en una mezcladora de inyección para permitir que las moléculas químicas de potenciación de la resistencia/retención se adhieran a las partículas de lechada de cal,
- d) introducir dicho por lo menos un producto químico de potenciación de la resistencia/retención simultáneamente junto con la lechada de cal en la composición,

- e) proporcionar CO₂ a la composición antes, durante o después de la etapa d), y
- f) permitir la reacción de carbonatación entre la lechada de cal y el dióxido de carbono en presencia de fibras de fabricación de banda de fibras y de dicho por lo menos un producto químico de potenciación de la resistencia/retención.

Por lo menos uno de los objetivos mencionados anteriormente se logra por medio de la utilización del PCC así producido en la fabricación de una banda de fibras.

Las otras características que caracterizan a la presente invención se aclararán en las reivindicaciones adjuntas.

Las ventajas obtenidas mediante el procedimiento según la presente invención con respecto a los procedimientos de la técnica anterior son por ejemplo:

- la calidad del PCC producido con el procedimiento en línea es mucho mejor y homogénea que cualquier otro modo de producción de carga de carbonato de calcio, incluyendo la producción de PCC fuera de la máquina de papel,
- las inversiones requeridas por la producción de PCC se reducen en por lo menos la mitad en comparación con las plantas satélites o en el sitio utilizadas anteriormente,
- los costes de energía de la producción de PCC se reducen hasta aproximadamente una décima parte en comparación con la producción de PCC anterior,
- el consumo de agua limpia se reduce sustancialmente, en comparación con procedimientos de PCC en el sitio según la técnica anterior,
- la producción de papel requiere menos o ningún producto químico de o retención,
- en la producción de papel, puede utilizarse una mayor cantidad de cargas que anteriormente, ahorrando de ese modo la utilización de material de fibra caro,
- en la producción de papel, pueden utilizarse fibras de calidad inferior a anteriormente, creando de ese modo ahorros en los gastos relacionados con las cargas,
- se reduce la necesidad de pegamento hidrófobo y adyuvantes de retención,
- los ciclos de agua de fabricación de papel se vuelven más limpios y/o se reduce la necesidad de productos químicos de purificación, y los ciclos de agua pueden cerrarse más que anteriormente (funcionamiento mejorado), y
- facilidad de control del sistema en línea online.

Breve descripción de las figuras

El procedimiento de fabricación de PCC y su utilización en la fabricación de banda de fibras se comentan en más detalle en relación con los siguientes ejemplos e imágenes de los cuales:

la figura 1 ilustra una imagen de SEM de una hoja de ensayo fabricada utilizando PCC y almidón en línea,

la figura 2 ilustra una imagen de SEM de una hoja de ensayo fabricada utilizando PCC en línea,

la figura 3 ilustra otra imagen de SEM de una hoja de ensayo fabricada utilizando PCC y almidón en línea, y

la figura 4 ilustra una circulación corta de una máquina de banda de fibras según una forma de realización preferida de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

Debido a las diversas desventajas en la producción *in situ* de PCC en presencia de producto químico de potenciación de la resistencia/retención (pero sin la presencia de fibras de fabricación de papel/cartón, más generalmente, fibras de fabricación de banda de fibras) se decidió estudiar la producción en línea de PCC, es decir la producción de PCC en presencia de tanto fibras como producto químico de potenciación de la resistencia/retención. Si se demostrara que una producción de este tipo es competitiva con el procedimiento en el sitio en vista de la calidad de PCC, la retención de PCC en la suspensión de fibras y el consumo del producto químico de potenciación de la resistencia/retención, por lo menos podrían eliminarse algunas de las diversas

desventajas y problemas implicados en el procedimiento *in situ*.

Ejemplo 1

5 Se realizaron varios experimentos para estudiar la retención del PCC en la pasta al tiempo que se utilizaban diversos modos de introducción de PCC y polímero de potenciación de la resistencia o retención en la pasta. Las pastas sometidas a prueba fueron las siguientes:

10 En el experimento 1, la muestra 1, es decir la pasta de referencia, era pulpa de abedul al sulfato no secada y no refinada blanqueada con ECF (libre de cloro elemental) que presentaba una consistencia de aproximadamente el 1 por ciento que corresponde a la consistencia de caja de entrada de máquina de papel habitual. Se vertieron 500 g de pulpa en una mezcladora de laboratorio que presentaba un fondo formado por una tela y por debajo del fondo una válvula y un conducto de filtrado para retirar por drenado el filtrado de la muestra. En la mezcladora también se
15 añadió suspensión de PCC tradicional, es decir producida en el sitio pero no en línea, se ajustó la cantidad de PCC añadido para que correspondiera con una cantidad de carga habitual del 28% en papel fino secado. Se agitaron la pulpa y el PCC durante 60 segundos a una velocidad de 250 rpm, tras lo cual se elevó la velocidad del rotor hasta 500 rpm durante 30 segundos. Las fuerzas de cizalladura creadas por el rotor de la mezcladora a una velocidad de 500 rpm corresponden a las fuerzas de cizalladura en la circulación corta y caja de entrada de una máquina de papel. Tras los 30 segundos se abrió la válvula en el fondo de la mezcladora, y se continuó la agitación durante otros
20 30 segundos durante la retirada por drenado del filtrado de la pulpa. El filtrado recuperado de la muestra mezclada y filtrada se sometió a combustión para hallar en contenido en carga Ff en el filtrado.

25 Para determinar la retención de la carga, es decir la cantidad de PCC retenido en la banda sobre la tela, se preparó otra muestra igual con un procedimiento similar, es decir mezclando con la mezcladora durante 60 segundos/250 rpm y durante 30 segundos/500 rpm, y sometiendo a combustión para hallar su contenido en carga Fp. Se calcula la retención de la carga Fret utilizando la siguiente ecuación

$$\text{Fret} = 100 * (\text{Fp} - \text{Ff}) / \text{Fp}$$

30 En el experimento 2, para la muestra 2, se utilizó la misma pasta básica que en el experimento 1, es decir pulpa de madera blanda no secada y no refinada blanqueada que presentaba una consistencia de aproximadamente el 1 por ciento. Se sometió a carbonatación el PCC mediante un procedimiento en línea en un reactor de carbonatación para la muestra que presentaba una consistencia del 1%. Se vertieron tanto la pulpa como la lechada de cal en el reactor de carbonatación, se cerró el reactor y se llenó con una cantidad estequiométrica (en relación con la lechada de cal) de CO₂. Se agitó vigorosamente el contenido del reactor durante 2 segundos (0,5 segundos para acelerar la
35 velocidad del rotor hasta 2660 rpm, un segundo para mantener la velocidad y 0,5 segundos para decelerar la velocidad del rotor hasta 0 rpm) de modo que el hidróxido de calcio de la lechada de cal reaccionó con el CO₂ y cristalizó dando carbonato de calcio. Se calculó la cantidad total de lechada de cal y CO₂ de antemano de modo que la cantidad final de PCC en la pasta correspondía a la cantidad de carga habitual del 28% en papel fino secado.

40 Después de eso se sometió a combustión una parte de la muestra que presentaba un peso de 500 g para hallar el contenido en ceniza Fp de la pulpa o pasta, y se vertió otra parte de la muestra que presentaba un peso de 500 g en la mezcladora de laboratorio comentada en el ejemplo 1. Se inició la agitación con una velocidad de 500 rpm y tras 25 segundos de mezclado se añadió polímero de potenciación de la resistencia/retención, correspondiendo la cantidad a la cantidad tradicional de 3 kg/tonelada de pulpa. El producto químico de retención era poliacrilamida catiónica (c-PAM = polímero de poliacrilamina catiónica). Tras 5 segundos de mezclado con c-PAM, se abrió la
45 válvula en el fondo de la mezcladora, y se continuó la agitación durante otros 30 segundos para retirar por drenado el filtrado de la pulpa. A continuación se detuvo la agitación y se sometió a combustión el filtrado para hallar su contenido en ceniza Ff, es decir la cantidad de carga que pasaba a través de la tela. Se calculó la retención de la
50 carga Fret tal como se comenta en el experimento 1.

En el experimento 3, para la muestra 3, se utilizó la misma pasta básica que en el experimento 1, es decir pulpa de
55 madera blanda no secada y no refinada blanqueada que presentaba una consistencia de aproximadamente el 1 por ciento. Se vertió la pulpa en el reactor de carbonatación. A la lechada de cal se le añadió polímero de potenciación de la resistencia/retención (c-PAM), el 0,3% de CA(OH)₂ seco, correspondiendo la cantidad de c-PAM a 225 g por tonelada de pulpa, tras lo cual se vertió la mezcla de lechada de cal - polímero en el reactor de carbonatación. A continuación, se sometió a carbonatación el PCC mediante un procedimiento en línea en el reactor de carbonatación cerrando el reactor y llenándolo con una cantidad estequiométrica de CO₂. Se agitó vigorosamente el contenido del reactor durante 2 segundos (0,5 segundos para acelerar la velocidad del rotor hasta 2660 rpm, un segundo para
60 mantener la velocidad y 0,5 segundos para decelerar la velocidad del rotor hasta 0 rpm) de modo que el hidróxido de calcio de la lechada de cal reaccionó con el CO₂ y cristalizó para dar carbonato de calcio. Se calcularon la cantidad de lechada de cal y CO₂ de antemano de modo que la cantidad final de PCC correspondía a la cantidad de carga habitual del 28% en papel fino secado.

65 Después de eso se sometió a combustión una parte de la muestra que presentaba un peso de 500 g para hallar el contenido en ceniza Fp de la pulpa, y se vertió otra parte de la muestra que presentaba un peso de 500 g en la

mezcladora de laboratorio comentada en el ejemplo 1. Se inició la agitación con una velocidad de 500 rpm y tras 30 segundos de mezclado se abrió la válvula en el fondo de la mezcladora, y se continuó la agitación durante otros 30 segundos para retirar por drenado el filtrado de la pulpa. A continuación se detuvo la agitación y se sometió a combustión el filtrado para hallar su contenido en ceniza Ff, es decir la cantidad de carga que pasaba a través de la tela. Se calculó la retención de la carga Fret tal como se comenta en el experimento 1.

En el experimento 4, para la muestra 4, se utilizó la misma pasta básica que en el experimento 1, es decir pulpa de madera blanda no secada y no refinada blanqueada que presentaba una consistencia de aproximadamente el 1 por ciento. Se vertió la pulpa en el reactor de carbonatación. A la lechada de cal se le añadió polímero de potenciación de la resistencia/retención (c-PAM), el 1,0% de $CA(OH)_2$ seco, correspondiendo la cantidad de c-PAM a 750 g por tonelada de pulpa, tras lo cual se vertió la mezcla de lechada de cal - polímero en el reactor. Se sometió a carbonatación el PCC mediante un procedimiento en línea en un reactor de carbonatación para la muestra y se llevaron a cabo los mismos procedimientos que en el ejemplo 3 para hallar la retención de la carga.

La tabla 1 comenta los experimentos realizados cuando se somete a prueba el procedimiento nuevo de fabricación de PCC en presencia de tanto polímero de potenciación de la resistencia como polímero de retención.

Tabla 1

Ejemplo	Polímero	Polímero, g/tonelada	Retención de la carga, %
1	0 kg/t	0	28
2	3 kg/t	3000	41
3	0,3%	225	37
4	1,0%	750	39

Los resultados de los experimentos 1 - 4 muestran que añadiendo el polímero de potenciación de la resistencia/retención en la lechada de cal y permitiendo que tuviera lugar la cristalización del PCC en presencia de tanto las fibras como el polímero (ejemplos 3 y 4), la cantidad de polímero puede reducirse significativamente. Para ser más específico, se aprendió que la carbonatación de PCC en presencia de un 0,3% de polímero de potenciación de la resistencia/retención (calculado a partir de la cantidad de $CA(OH)_2$ seco) podía aumentar la retención de la carga aproximadamente 9 unidades de porcentaje en comparación con la carbonatación de PCC sin la utilización de un polímero en absoluto, y que, después de eso, más que triplicando la cantidad de polímero hasta el 1,0% se aumentaba adicionalmente la retención de la carga en tan sólo aproximadamente dos unidades de porcentaje en comparación con el 0,3% de adición de polímero. Además, la tabla muestra que una dosificación de 4 veces de polímero (3000 g) con la utilización de PCC en el sitio (PCC no carbonatado en presencia del polímero y las fibras) daba como resultado una retención del 41%, es decir solo 2 unidades de porcentaje mayor (que con la dosificación de 750 g junto con la lechada de cal). En la práctica, esto significa que puede obtenerse una gran mejora en la retención carbonatando el PCC en presencia de una pequeña cantidad de polímero de potenciación de la resistencia/retención. Además, parece que la cantidad de polímero de potenciación de la resistencia/retención puede reducirse significativamente (en los experimentos hasta aproximadamente una décima parte de su dosificación tradicional) sin perder mucha retención de la carga. Naturalmente, lo anterior es sólo una clara indicación de que, realizando la carbonatación de PCC según la presente invención, puede retenerse una cantidad de múltiples veces de PCC en y sobre las fibras y fibrillas mediante una determinada dosificación del polímero de retención en comparación con los procedimientos tradicionales (ejemplos 1 y 2). Sin embargo, ha de entenderse que los valores anteriores en la tabla 1 son sólo indicativos, y no pueden considerarse valores exactos. Por ejemplo, como pulpa, y especialmente su líquido de dilución, se incluye una cantidad desconocida de material de carga, es decir ceniza. De ese modo la precisión de los experimentos es de +/- el 2%.

Basándose en los resultados anteriores, se supuso que cuanto mayor es la retención, más fuerte y más estable es el material compuesto de PCC-fibra y mejores son las propiedades de resistencia que presenta el papel fabricado con tal composición. Para estudiar la suposición anterior se realizó otra serie de pruebas.

Ejemplo 2

Se realizó la otra serie de experimentos para comparar las propiedades de resistencia de papel fabricado utilizando, por un lado, caolín calcinado y, por otro lado, varias variantes de PCC en línea como carga. En los experimentos que utilizan PCC en línea, se sometieron a prueba tres variantes de PCC diferentes, es decir PCC sin productos químicos de potenciación de la resistencia/retención adicionales, PCC carbonatado en presencia de almidón y PCC carbonatado en presencia de almidón y CMC aplicada junto con caolín calcinado. Para la mayoría de los experimentos se fijó la concentración de PCC al 6%.

Se realizó la segunda serie de experimentos de manera que, en primer lugar, se produjo un punto de referencia fabricando con la utilización de una máquina de papel piloto una hoja de ensayo con una receta de pasta convencional (pulpa de abedul blanqueada altamente refinada) para modelar la capa de superficie superior de un cartón de embalaje líquido de múltiples capas no recubierto. Se midieron o determinaron varias variables utilizando

la hoja de ensayo. La receta utilizada en el experimento 5 para definir el punto de referencia incluía el 5% de caolín calcinado (calculado a partir del peso de la composición seca) como carga para mejorar la blancura y opacidad de la hoja de ensayo.

5 Tras lograr el punto de referencia, es decir en el experimento 6, se reemplazó el caolín calcinado por el 6% de PCC en línea, es decir PCC producido en línea con la composición o pasta de fabricación de papel. De este modo puede hacerse una comparación entre papel o cartón fabricado mediante un procedimiento de aplicación de carga tradicional con el papel o cartón fabricado utilizando el procedimiento de aplicación de PCC en línea.

10 En el experimento 7 se produjo el PCC en línea con la pasta de fabricación de papel de manera que su concentración era del 6%. Sin embargo, en este experimento (exp. 7) se añadió almidón catiónico, el 10% del volumen de carga total a la lechada de cal antes de la carbonatación del PCC en presencia de fibras.

15 En el experimento 8 se produjo la carga para la pasta de fabricación de papel de manera que su concentración total era del 7,5%. La carga comprendía el 3% de PCC en línea, el 2% de caolín calcinado con el 4% de almidón catiónico y el 2% de CMC mezclada con el hidróxido de calcio, es decir lechada de cal antes de la carbonatación del PCC. Los porcentajes de almidón y CMC se refieren al volumen de carga total.

20 Para cada experimento 5-8 se utilizó pulpa con un contenido en materia seca del 0,5%. Se inyectó la disolución que contenía lechada de cal en la pulpa por medio de una jeringa justo antes del proceso de carbonatación. Se completaron la carbonatación y el mezclado en una mezcladora de laboratorio Quantum Mark IV. Se prepararon hojas de ensayo utilizando un formador de cinta en movimiento (MBF), que está diseñado para simular las condiciones de eliminación de agua de una máquina de papel al tiempo que se forma la hoja. Se prensaron las hojas de ensayo y se secaron en tambor según la norma SCAN-C 26:76. El gramaje objetivo de las hojas de ensayo preparadas era de 65 g/m² y el tamaño de las hojas 190 mm x 190 mm. También se tomaron imágenes de microscopio electrónico de barrido (SEM) de las hojas de ensayo producidas para fines de comparación.

25 La tabla 2 muestra las propiedades de resistencia más importantes de las hojas de ensayo del ejemplo 2. En los valores de resistencia se tuvieron en cuenta las direcciones tanto de la máquina como a través de la máquina calculando un promedio geométrico de esos valores. Lo que es notable es que hay una clara mejora en todas las propiedades de resistencia cuando se pasa del experimento 5 al experimento 6, es decir de la utilización de caolín calcinado a la utilización de PCC en línea. En otras palabras, la carbonatación de PCC en presencia de fibras ya mejora la unión entre las partículas de carga y las fibras. La resistencia a la tracción y el índice de tracción han mejorado aproximadamente el 10%, y los valores de rigidez a la tracción más del 20%. Sólo el estiramiento ha permanecido sustancialmente igual.

30 También cuando se pasa del experimento 6 al experimento 7, es decir de mero PCC en línea a PCC en línea carbonatado en presencia de almidón catiónico, las propiedades de resistencia muestran un aumento claro. Esta clase de resultado puede considerarse que es, de un modo, opuesto a la enseñanza del documento WO-A1-2007/067146, que indicaba que las fibras y partículas finas alteran la incorporación de polímero en las partículas de PCC. La tensión de tracción ha mejorado aproximadamente el 6%, el índice de tracción casi el 10%, mientras que los valores de rigidez han permanecido sustancialmente igual.

45 Tabla 2

Experimento		Exp. 5	Exp. 6	Exp. 7	Exp. 8
	Unidad				
Resistencia a la tracción, prom. geom. md+cd	kN/m	2,8	3,2	3,4	3,6
Estiramiento, prom. geom. md+cd	%	3,1	3,2	3,4	3,5
Índice de tracción, prom. geom. md+cd	Nm/g	44,9	48,5	53,2	53,5
Rigidez a la tracción, prom. geom. md+cd	kN/m	298	390	384	380
Índice de rigidez a la tracción, prom. geom. md+cd	MNm/kg	4,7	6,0	5,9	5,7

50 Cuando se pasa a una receta de carga más complicada al experimento 8 desde el experimento 7, es decir el PCC en línea producido en presencia de almidón y CMC, los cambios son relativamente pequeños. Algunos valores muestran una ligera mejora y algunos una ligera reducción. De ese modo puede considerarse que el almidón en combinación con CMC funciona tan bien como el almidón solo, mediante lo cual también puede utilizarse una combinación de productos químicos de potenciación de la resistencia/retención.

Tabla 3

Variable medida	El 6% de PCC en línea + el 10% de almidón catiónico (exp. 7)	El 3% de PCC en línea + el 2% de caolín calcinado + el 4% de almidón + el 2% de CMC (exp. 8)
Opacidad	O	O
Estiramiento	+	++
Índice de tracción	++	++
Índice de resistencia a la tracción	+++	+++
Módulo E	+++	+++
Índice de absorción de energía de tracción	+++	+++
Resistencia al desgarro	+	++
Índice de desgarro	+	+
Resistencia al estallido	+++	+++
Índice de estallido	++	++

5 La tabla 3 compara las propiedades de hojas de ensayo de los experimentos 7 y 8 con las del experimento 5
utilizando unas cuantas propiedades adicionales más. En la tabla 3 '+++' designa una mejora del 20% o más, '++'
una mejora de entre el 10 y el 20%, '+' una mejora de entre el 3 y el 10%, y '0' valores de entre el -3% y +3%. Los
signos menos designan reducciones correspondientes en el valor de la propiedad. Por tanto, los valores de todas las
propiedades de resistencia han mejorado; la mayoría de los valores más del 10%. Lo que es notable es que la
opacidad ha permanecido sustancialmente igual. En otras palabras, los experimentos 5-8 realizados evidencian que
la cantidad de carga (PCC barato) podría aumentarse si el objetivo era mantener la resistencia del papel existente,
es decir en las propiedades de resistencia hay algo de espacio para la disminución. Esto significaría, en su parte,
que las fibras caras del producto final podrían reemplazarse por carga asequible (PCC), mediante lo cual el nivel de
precio del producto final podría reducirse.

15 Ejemplo 3

Se realizó aún otra serie de experimentos para estudiar tanto la utilización de diversos tipos de carbonato de calcio,
es decir caolín calcinado, PCC *in situ* y PCC en línea como carga, y los efectos de añadir almidón y CMC a la
lechada de cal antes de la carbonatación o cristalización en línea del PCC. El principal objetivo de la segunda serie
de experimentos era hallar si las propiedades de resistencia del papel dotado de PCC podrían mejorarse. Para la
mayoría de los experimentos se fijó la concentración de PCC al 7,5%.

Se realizó la tercera serie de experimentos de manera que, en primer lugar, se produjo un punto de referencia
fabricando una hoja de ensayo con la receta convencional de la máquina piloto para modelar la capa de superficie
de un cartón de embalaje de líquidos de múltiples capas no recubierto, y se midieron o determinaron varias
variables. La receta del experimento 9 para definir el punto de referencia incluía el 5% de caolín calcinado como
carga para mejorar la blancura y opacidad de la hoja de ensayo.

Tras lograr el punto de referencia en el experimento 9, es decir en el experimento 10, se reemplazó el caolín
calcinado por el 5% de PCC fuera de línea, es decir PCC producido en una planta satélite y suministrado a la fábrica
de papel como una suspensión. PCC fuera de línea es comparable a una aplicación de la técnica anterior de una
disolución de PCC producida *in situ* mezclada con la pasta de alimentación de caja de entrada.

En el experimento 11 se produjo el PCC en línea con la composición o pasta de fabricación de papel de manera que
su concentración era del 5%. De este modo pudo hacerse una comparación entre el procedimiento de aplicación de
PCC tradicional y el procedimiento de aplicación de PCC en línea.

En el experimento 12 se produjo el PCC en línea con la pasta de fabricación de papel de manera que su
concentración era del 7,5%. Se utilizó este experimento como experimento de referencia para un experimento 13
posterior en el que se mezclaron almidón y CMC con la lechada de cal antes de la carbonatación de PCC.

En el experimento 13 se produjo el PCC en línea con la pasta de fabricación de papel de manera que su
concentración era del 7,5%. Sin embargo, antes de la carbonatación del PCC en presencia de fibras, se mezclaron
el 3% de almidón catiónico con el 3% de CMC con el hidróxido de calcio, es decir lechada de cal. Los porcentajes de
almidón y CMC se refieren al volumen de carga total.

Para cada experimento 9-13 se utilizó una pulpa de contenido en materia seca del 0,5%. Se inyectó la suspensión
que contenía lechada de cal (en el experimento 13) entre la pulpa con una jeringa justo antes del proceso de
carbonatación. Se completaron la carbonatación y el mezclado con una mezcladora de laboratorio Quantum Mark IV.
Se prepararon hojas de ensayo por medio de una máquina de papel piloto utilizando un formador de cinta en

movimiento (MBF), que está diseñado para simular las condiciones de eliminación de agua de una máquina de papel al tiempo que se forma la hoja. Se prensaron las hojas de ensayo y se secaron en tambor según la norma SCAN-C 26:76. El gramaje objetivo de las hojas de ensayo preparadas era de 65 g/m² y el tamaño de las hojas 190 mm x 190 mm. También se tomaron imágenes de microscopio electrónico de barrido (SEM) de las hojas de ensayo producidas para comparación.

La tabla 4 compara las propiedades de hojas de ensayo de los experimentos 10 a 12 con las del experimento 9 utilizando unas cuantas propiedades adicionales más. En la tabla 4 '+++’ designa una mejora del 20% o más, ‘++’ una mejora de entre el 10 y el 20%, ‘+’ una mejora de entre el 3 y el 10%, y ‘0’ valores de entre el -3% y +3%. El signo menos designa reducciones correspondientes en el valor de la propiedad.

Tabla 4

Característica medida	El 5% de PCC fuera de línea (exp. 10)	El 5% de PCC en línea (exp. 11)	El 7,5% de PCC en línea (exp. 12)	El 7,5% de PCC en línea + el 3% de almidón catiónico + el 3% de CMC (exp. 13)
Opacidad	0	0	0	0
Estiramiento	0	0	0	+
Índice de tracción	0	0	--	+
Índice de resistencia a la tracción	-	0	-	-
Módulo E	-	+	-	0
Índice de absorción de energía de tracción	-	0	--	+
Resistencia al desgarro	++	+	+	+
Índice de desgarro	+	+	0	+
Resistencia al estallido	+	+	-	++
Índice de estallido	+	0	-	++

Los resultados son similares a los comentados en relación con la tabla 3. Por ejemplo, el estiramiento, el índice de tracción, el índice de absorción de energía de tracción, la resistencia al desgarro y el índice de desgarro se elevan el 3 - 10% en comparación el punto de referencia (experimento 9), y la resistencia al estallido y el índice de estallido el 10 - 20% en comparación con el punto de referencia. En muchas propiedades, especialmente en el índice y la resistencia al estallido y el índice de tracción también puede observarse una clara mejora en comparación con las hojas de ensayo de otros experimentos. De nuevo, puede observarse que los valores de opacidad han permanecido sustancialmente igual independientemente del hecho de que en los experimentos 10 - 13 se utilizó PCC. Estos resultados, además, animan al fabricante de papel a aumentar la utilización de PCC siempre que esté carbonatado en presencia de fibras y polímero de potenciación de la resistencia/retención ya que, en comparación con los experimentos 12 y 13, puede observarse que, en el experimento 13, hay espacio para permitir la reducción en los valores de resistencia a favor de una utilización de PCC superior.

La figura 1 ilustra una imagen superior de SEM de 10000* aumentos de la hoja de ensayo del ejemplo 2, experimento 8. En otras palabras, se sometió a carbonatación el PCC en presencia de tanto la composición como una mezcla del 10% de almidón catiónico entre la lechada de cal. La imagen de SEM muestra en la suspensión una red algo pegajosa que parece adherirse a cualquier partícula sólida disponible en la suspensión.

Para estudiar qué es la red, se prepararon algunas hojas de ensayo de modo que pudiera estudiarse en más detalle el origen de esta sustancia de tipo pegamento o velo bastante desconocida. La idea era hallar si el velo estaba relacionado con el almidón que se utiliza normalmente como mejora de la resistencia en seco. Se llevó a cabo el experimento, en primer lugar, preparando una hoja de ensayo de un lote sin almidón del 7,5% de hidróxido de calcio mezclado en la pulpa diluida, y en segundo lugar, preparando una hoja de ensayo de un lote de 20 kg/tonelada de almidón catiónico y el 7,5% de hidróxido de calcio mezclado en la pulpa diluida. Se llevó a cabo la precipitación de PCC tras la alimentación de CO₂ a la pulpa con una mezcladora de laboratorio Quantum. Se examinaron los resultados a partir de las imágenes de SEM mostradas en las figuras 2 y 3. Queda claro que el origen de la película de tipo pegamento sobre las partículas de PCC procede del almidón, ya que la figura 2 muestra muy claramente que las partículas de PCC y la fibra con sus fibrillas se observan sin la presencia de almidón y en la figura la película de tipo pegamento es claramente visible. La película de tipo pegamento se percibía como un fenómeno positivo ya que parece que une firmemente las partículas de carga a la fibra.

Con la tecnología de PCC en línea, las partículas de carga se unen firmemente alrededor de las fibras y partículas finas, mientras que con PCC fuera de línea, las partículas se disponen de manera suelta entre las fibras y las partículas finas. Éste es probablemente uno de los motivos por los que el PCC en línea presenta globalmente los valores de módulo elástico y rigidez a la tracción mejorados.

Los experimentos realizados mostraron además que la resistencia a la tracción del papel aumentó significativamente

cuando se añadió el polímero de potenciación de la resistencia en la lechada de cal y se realizó la carbonatación en presencia de fibras. Se cree que los cristales de PCC se adhieren mejor a las fibras si está presente el polímero de potenciación de la resistencia cuando se formulan los cristales de PCC. El motivo detrás de esta creencia es que las cadenas de polímero que presentan un área de superficie específica alta actúan como mediadores entre los cristales de PCC y las fibras. Cuando están presentes tanto fibras como polímeros en la carbonatación, los cristales de PCC se encuentran con las cadenas de polímero, se adhieren a las mismas poco después de que las cadenas de polímero se encuentren con las fibras y se adhieren a las mismas. Aunque se creará un enlace entre una fibra y un cristal de PCC, la unión entre la fibra y el cristal es más fuerte debido a la presencia de polímero.

5
10 Una suposición adicional, sin querer restringirse a ninguna teoría, es que mientras que la lechada de cal y los productos químicos de potenciación de la resistencia/retención se introducen juntos en la pasta o composición, las moléculas de producto químico de potenciación de la resistencia/retención se adhieren a las partículas de lechada de cal, mediante lo cual los cristales de PCC se unen firmemente a las moléculas de producto químico de potenciación de la resistencia/retención, que, cuando se encuentran con una fibra se unen a la misma.
15 Naturalmente, puesto que ya están presentes fibras, las moléculas químicas de potenciación de la resistencia/retención unidas a las partículas de lechada de cal pueden adherirse a las fibras ya antes de cualquier reacción entre la lechada de cal y el CO₂.

20 Otra suposición, sin querer restringirse a ninguna teoría, es que mientras que la lechada de cal y el producto químico de potenciación de la resistencia/retención se introducen juntos en la pasta o suspensión, el propio producto químico de potenciación de la resistencia/retención y, en esa fase muy pequeña, los cristales de PCC adheridos al producto químico de potenciación de la resistencia/retención, pueden unirse, debido a su pequeño tamaño, a las fibrillas de las fibras. Esta clase unión temprana a las fibrillas y fibras hace posible crear un mayor número de enlaces entre ellos mediante lo cual las propiedades de resistencia del producto final son superiores.

25 Por tanto es obvio que cuando se realiza la carbonatación de PCC en presencia de por lo menos un producto químico de potenciación de la resistencia/retención, los cristales de PCC se adhieren a la red, y forman flóculos. En un caso de este tipo los flóculos son compactos y dejan menos espacio, es decir área de superficie libre para unirse a las fibras cuando se mezcla la mezcla de PCC - producto químico de potenciación de la resistencia/retención con las fibras. Por tanto, es natural que cuando se realiza la carbonatación de PCC en presencia de tanto fibras como producto químico de potenciación de la resistencia/retención, tanto los cristales de PCC como las fibras se adhieren a la red, y forman flóculos, mediante lo cual la retención entre las fibras y el PCC es más fuerte.

35 Con respecto a aplicaciones a escala de fábrica la producción en línea de PCC se realiza preferiblemente, pero no necesariamente, siguiendo las principales enseñanzas del documento WO-A2-2009/103854. En otras palabras, se utilizan mezcladoras de inyección para inyectar la lechada de cal y por lo menos un producto químico de potenciación de la resistencia/retención a la composición. La principal enseñanza de la presente invención es que la carbonatación de PCC tiene lugar en presencia de tanto fibras como por lo menos un producto químico de potenciación de la resistencia/retención. Por tanto, se considera importante que tanto el por lo menos un producto químico de potenciación de la resistencia/retención como la lechada de cal se introduzcan por lo menos simultáneamente en el conducto que lleva la composición hacia la caja de entrada de la máquina de fabricación de papel. Un conducto de este tipo debe entenderse ampliamente ya que una opción puede ser adoptar un flujo lateral desde la línea de pasta principal y carbonatar el PCC en el flujo lateral, y posteriormente mezclar el flujo lateral con la composición en la línea principal que lleva la composición hasta la caja de entrada. Para tales fines, puede utilizarse una mezcladora de inyección, como las comentadas en los documentos FI-B1-116473, EP-B1-1064427 y EP-B1-1219344. En otras palabras, la lechada de cal puede inyectarse como un producto químico y el por lo menos un producto químico de potenciación de la resistencia/retención como el otro producto químico por medio de la misma mezcladora de inyección. También es posible disponer la alimentación de producto químico por medio de dos mezcladoras separadas mediante lo cual las mezcladoras se disponen una después de la otra tal como se comenta en más detalle en el documento CA-2787347. Sin embargo, una opción preferida es permitir que dicho por lo menos un producto químico de potenciación de la resistencia/retención y la lechada de cal se mezclen antes de su introducción en la composición. Un mezclado de este tipo puede tener lugar en una mezcladora inyección, como una de las comentadas en los documentos CA-2541528 o F1-B1-116473. El mezclado de la lechada de cal con dicho por lo menos un producto químico de potenciación de la resistencia/retención también puede realizarse aguas arriba de la introducción, es decir por ejemplo aguas arriba del medio de introducción, preferiblemente aguas arriba de una mezcladora de inyección. Además el gas que contiene CO₂ puede inyectarse por medio de una mezcladora de inyección, aunque también pueden utilizarse otros medios para dotar a la composición de CO₂. En el caso de que se utilice una mezcladora de inyección para alimentar CO₂, una opción es inyectar el CO₂ junto con la mezcla de dicho por lo menos un producto químico de potenciación de la resistencia/retención y la lechada de cal o, en el caso de que se usen las enseñanzas del documento CA-2787347, junto con uno de entre dicho por lo menos un producto químico de potenciación de la resistencia/retención y la lechada de cal. En general, la introducción de CO₂ en la composición puede tener lugar o bien antes, simultáneamente con o bien después de la introducción de dicho por lo menos un producto químico de potenciación de la resistencia/retención y la lechada de cal a la composición. Con respecto a todos los casos que comentan la utilización de una mezcladora de inyección, debe entenderse que la mezcladora de inyección inyecta el producto químico o mezcla de productos químicos en la composición por medio de un líquido de inyección que puede ser un flujo lateral tomado de la composición, un filtrado tomado de la máquina

de papel o cartón o cualquier otro líquido aplicable por nombrar tan sólo unos cuantos ejemplos sin ninguna intención de limitar el líquido de inyección a sólo los ejemplos enumerados.

La figura 4 ilustra como realización preferida de la presente invención una circulación corta de una máquina de banda de fibras. La circulación corta comprende un tanque de mezclado 12 en el que se introducen diversos componentes fibrosos utilizados en la composición de fabricación de banda de fibras. A partir de la tina o tanque de mezclado 12, se lleva la composición o pasta hasta un conducto 20 que conduce a la caja 26 de entrada de la máquina de banda de fibras, y se bombea mediante una bomba 14 en primer lugar hasta una planta 16 de limpieza con vórtex, luego hasta un recipiente 18 de desgasificación y después de eso hasta la bomba de alimentación de caja de entrada 22, que alimenta la pasta por medio de un tamiz de caja de entrada o tamiz 24 de máquina a la caja de entrada de la cual se toma la pasta sobre la tela de la máquina 28 de banda de fibras. La figura también muestra cómo se recircula el filtrado, es decir la denominada agua blanca (WV), desde la máquina de banda de fibras hasta la tina de mezclado 12. La circulación corta comprende además, según esta realización, dos estaciones de mezcladora de inyección (una o varias mezcladoras de inyección que introducen el/los mismo(s) producto(s) químico(s) y dispuesta(s) sobre sustancialmente la misma circunferencia del conducto) IF1 e IF2 para introducir, por un lado, CO₂ y por otro lado tanto lechada de cal (MoL) como producto químico de potenciación de la resistencia/retención (Ret) a la pasta que fluye en el conducto 20 entre la bomba de alimentación 14 y la planta 16 de limpieza con vórtex. Tal como se muestra en la figura ambas mezcladoras de inyección utilizan como líquido de inyección la pasta tomada del conducto 20.

Hay varias cosas que han de tenerse en cuenta cuando se consideran las enseñanzas de lo anterior. En primer lugar, debe entenderse también que el CO₂ puede introducirse o bien en la pasta anteriormente, es decir puede mezclarse con los componentes de la pasta en la tina, o bien junto con la lechada de cal y el producto químico de potenciación de la resistencia/retención, o tras la inyección de la lechada de cal y el producto químico de potenciación de la resistencia/retención. En lo que respecta a la distancia entre la introducción del CO₂ (IF1) y la MoL y el producto químico de potenciación de la resistencia/retención (IF2), pueden aplicarse en este caso las enseñanzas del documento de patente de Wetend Technologies WO-A2-2011050205. En otras palabras, preferiblemente la distancia entre el par de mezcladoras o estaciones de mezcladora IF1 e IF2 es del orden de 0,05 a 8 metros, más preferiblemente de 0,05 a 5 metros, lo más preferiblemente de 0,1 a 2 metros. Preferiblemente las mezcladoras o estaciones de mezcladora situadas cerca entre sí tal como se describió anteriormente forman uno o más pares de mezcladoras de modo que la mezcladora de inyección aguas arriba de cada par de mezcladoras que introduce el segundo flujo está dispuesta en una ubicación cuya posición en la circunferencia del conducto de proceso se desvía como máximo 20 grados, más preferiblemente 10 grados (medidos en la dirección de la circunferencia del conducto) con respecto al nivel que pasa a través del eje del conducto de proceso sobre el cual está ubicado la mezcladora aguas abajo. Por tanto, la mezcladora de inyección aguas abajo está ubicada de un modo en un sector de 40 grados, preferiblemente 20 grados, en la dirección longitudinal del conducto de proceso, sobre cuyo diámetro se ubica el sector de la mezcladora aguas arriba.

En segundo lugar, la figura 4 a modo de ejemplo muestra la circulación corta en su anchura completa, es decir incluyendo todos los componentes principales que puede haber. Sin embargo, por un lado, hay circulaciones cortas en las que faltan la planta de limpieza con vórtex y/o el recipiente de desgasificación y, por otro lado, una circulación corta puede incluir, para añadir diversos productos químicos de fabricación de banda de fibras, varias mezcladoras, que faltan en la figura 4. En cualquier caso, la presente invención cubre todas de tales variaciones de la circulación corta de la máquina de banda de fibras siempre que la lechada de cal se introduzca en el conducto después de la bomba de alimentación 14. En tercer lugar, tal como se mencionó anteriormente, los productos químicos, en este caso CO₂, MoL y Ret pueden inyectarse en la pasta sin utilizar un líquido de inyección específico. Y finalmente, la banda de fibras debe entenderse en su sentido más amplio que contiene papel, tejido, cartón, cartón de fibras, es decir todos los productos de banda fibrosa de este tipo que utilizan PCC por un motivo u otro. En otras palabras, el PCC puede utilizarse no sólo para aumentar la opacidad o el volumen sino también como retardante del fuego.

Una opción adicional que vale la pena es utilizar la mezcla de dicho por lo menos un producto químico de potenciación de la resistencia/retención y la lechada de cal que va a utilizarse como líquido de inyección en la inyección de CO₂ en la composición. Con respecto a las mezcladoras de inyección debe entenderse que puede haber varias mezcladoras de inyección en el mismo perímetro en comunicación con el conducto que lleva la composición a la caja de entrada de una máquina de papel o cartón. En un caso de este tipo el ensamblaje o conjunto de mezcladoras se denomina estación de mezclado. De manera similar, en el caso de que se apliquen las enseñanzas del documento CA-2787347, las estaciones de mezclado de inyección pueden disponerse una después de la otra sobre el conducto.

Aunque la invención se ha comentado y descrito anteriormente en vista de unas cuantas formas de realización preferidas, ha de entenderse que la descripción anterior no debe considerarse de ningún modo limitativa del alcance de la invención con respecto a lo que se ha dado a conocer en las reivindicaciones adjuntas. Además, ha de entenderse que pueden utilizarse diversos detalles específicos comentados en relación con una determinada realización en relación con otras formas de realización de la invención siempre que sea posible desde el punto de vista práctico.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para proporcionar una carga a una composición de fabricación de una banda de fibras, que comprende las etapas siguientes:
- 10 a) proporcionar la composición a un conducto que conduce a una caja de entrada de una máquina de banda de fibras,
- b) hacer que la composición que comprende unas fibras de fabricación de banda de fibras fluya hacia la caja de entrada,
- 15 c) mezclar por lo menos un producto químico de potenciación de la resistencia/retención con lechada de cal juntos en una mezcladora de inyección para permitir que las moléculas químicas de potenciación de la resistencia/retención se adhieran a las partículas de lechada de cal,
- d) introducir dicho por lo menos un producto químico de potenciación de la resistencia/retención simultáneamente junto con la lechada de cal en la composición,
- 20 e) proporcionar CO₂ a la composición antes, durante o después de la etapa d), y
- f) permitir la reacción de carbonatación entre la lechada de cal y el dióxido de carbono en presencia tanto de fibras de fabricación de banda de fibras como dicho por lo menos un producto químico de potenciación de la resistencia/retención.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por la realización de la etapa d) por medio de la inyección de dicho por lo menos un producto químico de potenciación de la resistencia/retención y lechada de cal en la composición.
- 30 3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por la realización de la etapa d) por medio de la inyección del dióxido de carbono en la composición de fabricación de banda de fibras.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por la utilización de PCC como carga en la fabricación de banda de fibras.
- 35 5. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el producto químico de potenciación de la resistencia/retención es uno o más de entre almidón natural, almidón no iónico, aniónico, catiónico o anfótero, almidón cocinado, carboximetilcelulosa, goma guar, PAAE (poliamidoamina-epiclorhidrina), c-PAM (polímero de poliacrilamina catiónica), a-PAM (PAM aniónica), silicato, nanopartículas, copolímero de polivinilamina y poliacrilato (PA), y copolímeros aniónicos de acrilamida.
- 40

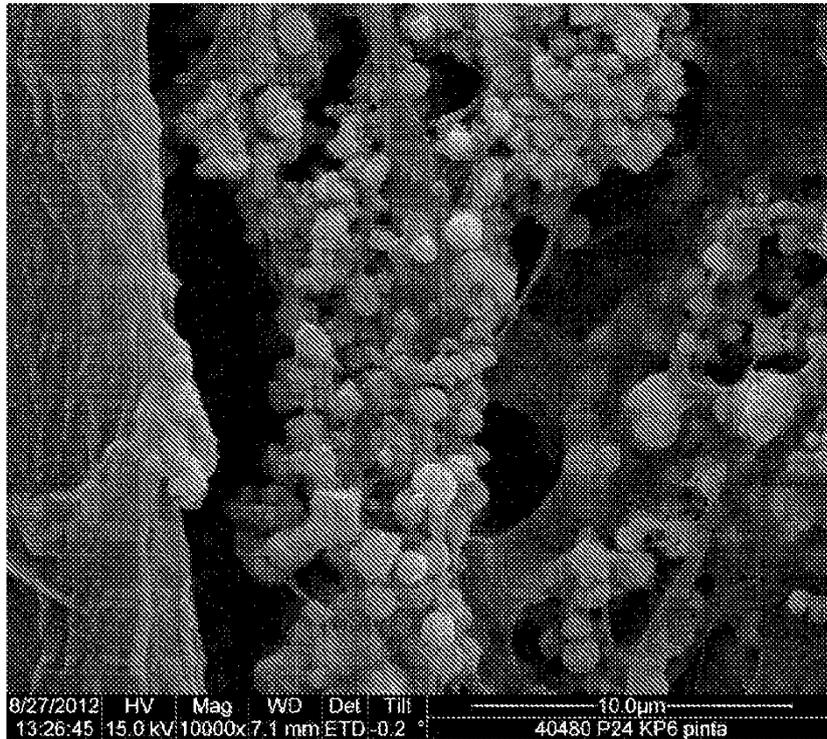


Fig. 1

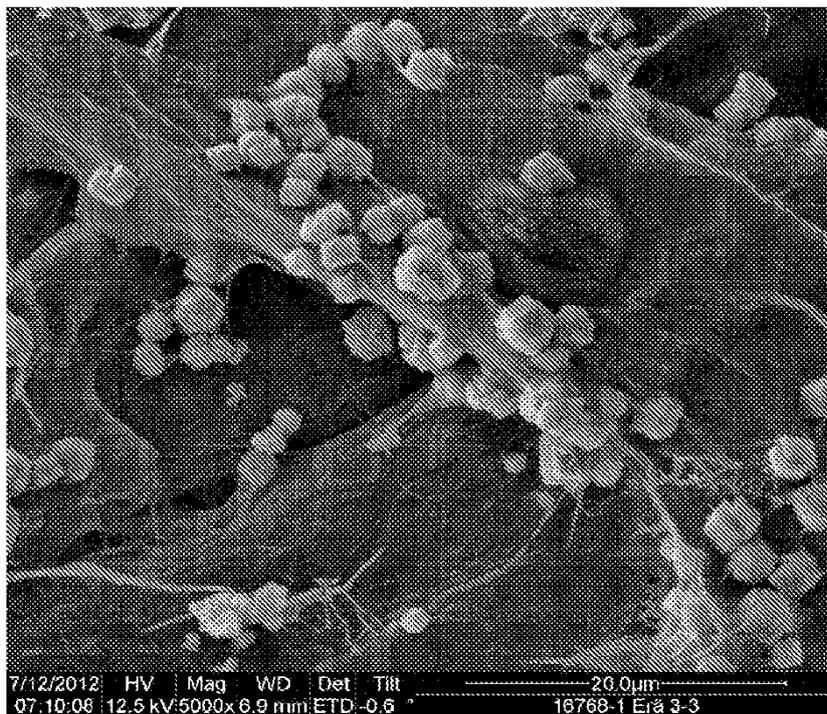


Fig. 2

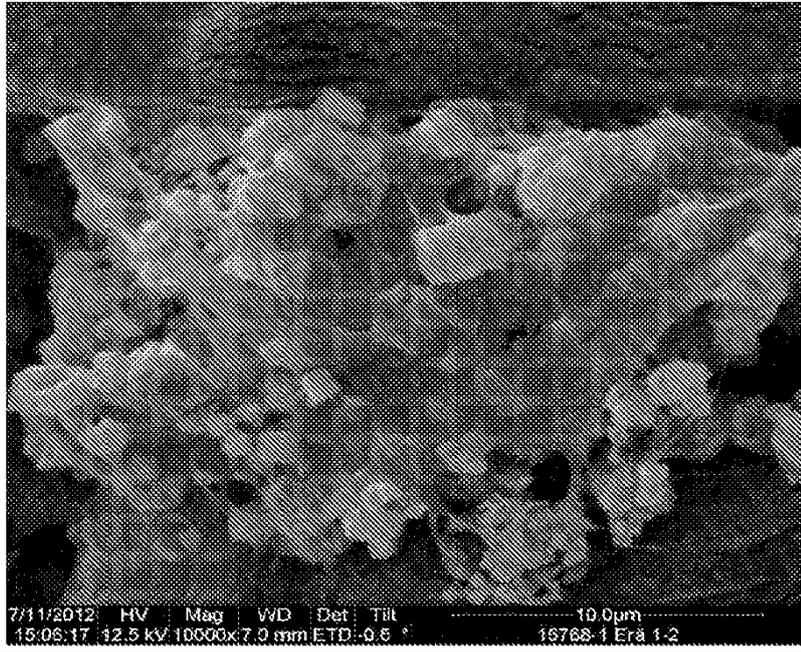


Fig. 3

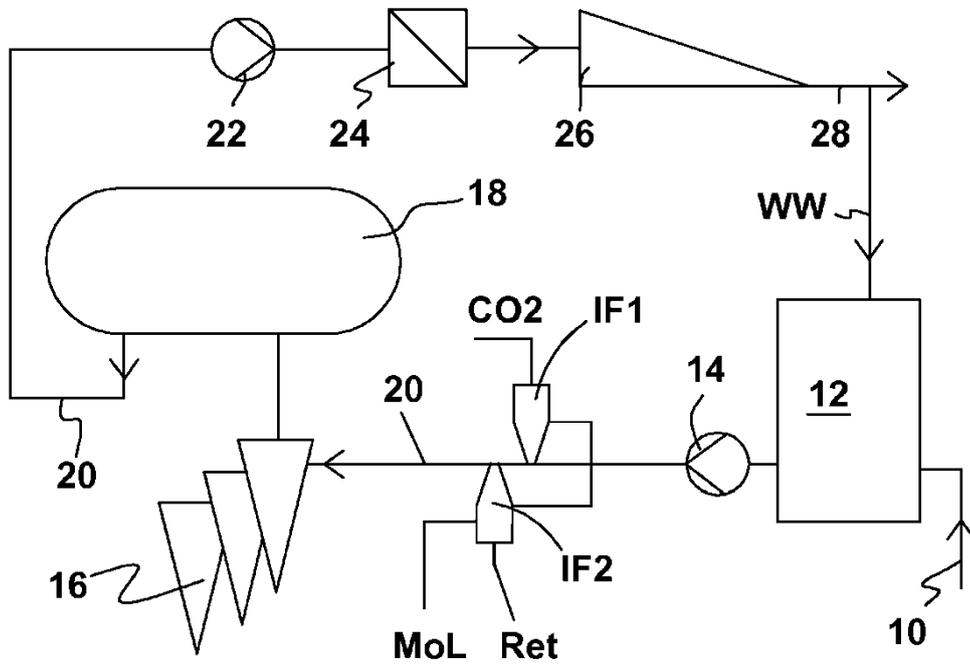


Fig. 4