

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 175**

51 Int. Cl.:
D21H 23/48 (2006.01)
D21H 19/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05768964 .8**
96 Fecha de presentación: **27.07.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1771624**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.04.2007**

54 Título: **Procedimiento de revestimiento por cortina que utiliza una composición de contenido en sólidos elevado y producto revestido**

30 Prioridad:
29.07.2004 GB 0416900

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.04.2012

73 Titular/es:
Arjo Wiggins Fine Papers Limited
Eversheds House 70 Great Bridgewater Street
Manchester M1 5ES, GB

72 Inventor/es:
BARCOCK, Richard, A. y
WARD-ASKEY, Andrew

74 Agente/Representante:
Curell Aguilá, Mireia

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).

ES 2 378 175 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de revestimiento por cortina que utiliza una composición de contenido en sólidos elevado y producto revestido.

5

Campo de la invención

La invención se refiere a un procedimiento de revestimiento por cortina que utiliza una composición de contenido en sólidos elevado para revestir una banda de sustrato.

10

Antecedentes de la invención

En la fabricación de papel de impresión, se aplican composiciones de revestimiento pigmentadas mediante, por ejemplo, métodos de revestimiento de tipo cuchilla, barra, cuchilla de aire o rodillo inverso, habitualmente a altas velocidades. Sin embargo, dichos métodos de revestimiento no están conformados (con la excepción del método de revestimiento con cuchilla de aire) para sustratos rugosos, lo que significa que cualquier superficie de sustrato irregular conducirá a un grosor de revestimiento no uniforme, lo que puede dar como resultado irregularidades durante el proceso de impresión.

15

Están desarrollándose en la actualidad unos métodos de revestimiento por cortina en la industria papelera para revestir bandas de papel, para lograr uniformidad en la aplicación de superficie, que es una condición necesaria para obtener una buena prestación de impresión final.

20

Los procedimientos de revestimiento por cortina se conocen bien y son muy utilizados para la aplicación de una o más capas líquidas sobre la superficie de un soporte en movimiento en la industria fotográfica. De hecho, esta tecnología se desarrolló para películas fotográficas que requieren el depósito de muchos diferentes revestimientos, habitualmente entre 8 y 10, con rigurosas restricciones sobre el estado de la superficie y también el grosor de los revestimientos aplicados.

25

El revestimiento por cortina es un procedimiento de revestimiento premedido, lo que significa que sólo la cantidad requerida de líquido de revestimiento necesario sobre la banda se bombea a través del cabezal de revestimiento. El procedimiento de revestimiento por cortina se basa en un flujo libre sobre una superficie desde un cabezal de revestimiento ubicado por encima de la superficie que va a revestirse. El soporte se recubre formando una cortina vertical de caída libre de modo que impacta sobre el soporte. Se mantiene una relación controlada entre la velocidad de flujo del líquido y la velocidad a la que el soporte se mueve de modo que la cortina es estable y presenta una velocidad de flujo uniforme a lo largo de su anchura para obtener una capa del revestimiento sobre el sustrato. El cabezal de revestimiento se define utilizando propiedades del fluido de revestimiento, de modo que se obtiene el grosor de la película de revestimiento más uniforme posible en la dirección de ejecución o la dirección transversal de la máquina.

30

35

40

Una de las ventajas del revestimiento por cortina es la calidad superior y la superficie más uniforme de los sustratos, concretamente bandas de papel, que pueden obtenerse.

Otra ventaja es la falta de contacto entre el cabezal de revestimiento y el soporte, a diferencia de procedimientos de revestimiento por contacto tales como revestimiento con varilla y cuchilla. Esto proporciona unos medios de eliminación de las fuerzas aplicadas sobre el soporte durante el revestimiento, que provocan la rotura de la banda en particular, y puede presentar un efecto no desdeñable sobre el aumento en la velocidad de la máquina, y en consecuencia puede reducir los costes de producción.

45

50

Otra ventaja del revestimiento por cortina es la posibilidad de aplicar dos o más revestimientos simultáneamente.

A pesar de los muchos intentos de revestir bandas de sustratos con una o más capas de revestimiento utilizando procedimientos de revestimiento por cortina, los principales factores limitantes para el revestimiento por cortina siguen siendo la estabilidad de la cortina y el arrastre de aire, que da lugar a la inclusión de aire entre la composición de revestimiento y la banda conduciendo a numerosas burbujas e irregularidades en el revestimiento. El encharcamiento de la cortina también puede ser un problema y conducir a la formación de un abombamiento en la zona de impacto de la cortina, habitualmente como resultado de que el fluido de revestimiento presenta una viscosidad demasiado baja. Este fenómeno puede conducir a no uniformidades del revestimiento, y también puede inducir el arrastre de aire a velocidades de banda relativamente bajas. Las cortinas elásticas y muy viscosas tienden a "tirar de" la banda, lo que también puede conducir a un revestimiento no uniforme debido a fluctuaciones en la zona de impacto de la cortina.

55

60

En el revestimiento por cortina, sólo se obtiene(n) capa(s) uniforme(s) si las variables operacionales se mantienen dentro de unos límites bastante precisos. Estos límites definen la "ventana" de revestimiento. Un ejemplo es el arrastre de aire, tal como se describe en la patente US nº 5.391.401 (Blake *et al.*). Esta patente describe un método para aliviar los problemas del arrastre de aire.

65

En la misma se describe una relación óptima entre viscosidad y velocidad de cizallamiento para el revestimiento por cortina. El perfil reológico deseado promueve una baja viscosidad a las velocidades de cizallamiento esperadas cerca de la línea de humectación dinámica, en la que el revestimiento humedece el sustrato, y una alta viscosidad a las velocidades de cizallamiento mucho más bajas esperadas en las otras regiones del flujo. Puede aumentarse la viscosidad de la composición de revestimiento mediante la adición de agentes espesantes que interaccionan con el aglutinante, lo que presenta el efecto de aumentar la viscosidad de la mezcla a baja velocidad de cizallamiento sin elevar sustancialmente su viscosidad a alta velocidad de cizallamiento, lo que implica que una alta velocidad de cizallamiento es una desventaja. Mucho de este trabajo se ha registrado para una formulación que contiene aglutinante, especialmente gelatina, junto con granos de haluro de plata para su utilización en aplicaciones fotográficas. La patente US nº 5.393.571 (Suga *et al.*) describe el alivio del arrastre de aire y el encharcamiento del revestimiento por cortina utilizando una mezcla de viscosidad superior a 90 mPa.s a baja velocidad de cizallamiento (10 s^{-1}) sobre una superficie rugosa ($0,3 \mu\text{m}$). La patente US nº 6.099.913 (Clarke *et al.*) describe la formación de una capa revestida adyacente a la superficie del sustrato que presenta una viscosidad de 90 mPa.s a 220 mPa.s a una velocidad de cizallamiento de 10.000 s^{-1} , que puede formar una cortina de caída libre y permite que se logren velocidades de revestimiento superiores sin arrastre de aire. Estas aplicaciones son aparentemente adecuadas para formulaciones fotográficas que contienen generalmente gelatina y granos de haluro de plata, que normalmente presentan un bajo contenido en sólidos.

Un segundo ejemplo de un factor limitante es la estabilidad de la cortina, que está relacionada con la razón de las fuerzas de tensión inercial con respecto a superficial (número de Weber). Esto implica que velocidades de flujo superiores y tensiones superficiales inferiores son beneficiosas para la estabilidad de la cortina. Sin embargo, en ciertos casos no son deseables unas velocidades de flujo elevadas especialmente cuando se utilizan mezclas de contenido en sólidos elevado y se requieren pesos del revestimiento inferiores.

Muchas composiciones de revestimiento de papel típicas están muy pigmentadas y son de contenido en sólidos elevado y de manera inherente son de naturaleza pseudoplástica. Este tipo de reología es útil para aplicaciones con técnicas de revestimiento con cuchilla, barra, rodillo inverso, ranura o por deslizamiento. Sin embargo, se ha observado que numerosas formulaciones de revestimiento de papel pigmentadas no forman una cortina estable a bajas velocidades de flujo (especialmente cuando Q , la velocidad de flujo por longitud de boquilla unitaria, es igual a o inferior a $10^{-4} \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ para sistemas acuosos).

Si el método de revestimiento por cortina va a utilizarse para revestir formulaciones de papel con contenido en sólidos elevado a bajos pesos de revestimiento, esto puede lograrse sólo actualmente utilizando velocidades de banda más rápidas. Sin embargo, a velocidades de banda más rápidas, el arrastre de aire se convierte en un problema real especialmente cuando se recubre sobre sustratos lisos, menos porosos.

La dilución de la mezcla con el fin de trabajar a velocidades de banda más lentas no es una opción. Resultan preferidas las mezclas con contenido en sólidos elevado en el procedimiento de revestimiento ya que son menos exigentes en la capacidad de secado y permiten que se usen bases de partida de gramaje inferior ($<80 \text{ g/m}^2$), que pueden romperse fácilmente durante el procedimiento bajo pesos de revestimiento húmedo altos. Las mezclas con contenido en sólidos superior confieren unas propiedades mejoradas a los medios revestidos, por ejemplo, brillo superior. La dilución de las mezclas también reduce la viscosidad de las mezclas, lo que puede conducir a la formación de un abombamiento en la zona de impacto de la cortina, si disminuye demasiado.

Se conoce un método para producir cartón o papel revestido de la solicitud de patente US 2004/106716A1, en la que un revestimiento que contiene pigmentos se somete a desgasificación antes de que se mezclen al menos un espesante y un tensioactivo en dicha dispersión de pigmentos en condiciones estancas como aditivos adicionales. Se mezcla un aglutinante en la dispersión de pigmentos antes de la desgasificación. El contenido en sólidos del revestimiento es del 50 al 75 por ciento en peso y la viscosidad mostrada es de no más de 2.500 mPas, preferentemente inferior a 500 mPas.

Invención

Por tanto, existe un requisito para generar formulaciones de revestimiento que pueden generar una cortina estable a bajas velocidades de flujo.

Se describe en la presente memoria un procedimiento de revestimiento mejorado para revestimientos pigmentados que permite que se expanda la "ventana" de revestimiento, incluyendo la estabilidad de la cortina y la uniformidad de revestimiento. Esto significa que el procedimiento de revestimiento puede realizarse a un intervalo más amplio de velocidades de banda, velocidades de flujo reducidas y, por tanto, peso de revestimiento seco y descarga húmeda correspondiente inferior, sin desestabilizar la cortina. Una opción adicional permitida es la capacidad para revestir sustratos más lisos, revestidos que tienden a dar lugar a la aparición de arrastre de aire más fácilmente que sustratos más rugosos a medida que se aumenta la velocidad de banda. Esto ofrece una mayor flexibilidad con todo el procedimiento de revestimiento y permite un mayor éxito en la producción de sustratos revestidos de alta calidad tales como bandas de papel, cartón y plástico.

- 5 Esto se logra mediante la adición combinada de una pequeña cantidad de un aditivo polimérico (modificador de la reología) y un tensioactivo no iónico a la composición de revestimiento acuosa. El primero (es decir, el modificador de la reología) aumenta la viscosidad de la composición de revestimiento a velocidades de cizallamiento medias a altas, y el último (es decir, el tensioactivo no iónico) reduce la tensión superficial de la composición de revestimiento. La viscosidad extensional resultó influida por la elección y la cantidad del modificador de la reología.
- 10 Los aditivos de modificador de la reología incluyen polímeros de poli(acrilamida/acrilato) aniónicos y tipos de poliéter hidrófobos iónicos. Las ventajas de estos aditivos poliméricos son que puede añadirse a la formulación en pequeñas cantidades (<2% en peso seco) sin impacto perjudicial sobre las propiedades del producto (brillo, opacidad, coordenadas colorimétricas $L^*a^*b^*$, rigidez, lisura) o sobre el rendimiento de impresión (calidad de la imagen, densidad óptica, tiempo de secado). Los tensioactivos se seleccionan preferentemente entre tensioactivos no iónicos.
- 15 La combinación de tensioactivo y modificador de la reología parece presentar una influencia significativa sobre la extensión de la "ventana" de funcionamiento del revestimiento por cortina. No había signos de que el aumento de la viscosidad a velocidades de cizallamiento medias a altas debido a la presencia de los modificadores de la reología tuviese ninguna influencia sobre la aparición de arrastre de aire o encharcamiento en la zona de impacto del revestimiento.
- 20 La invención proporciona un procedimiento de producción de una cortina de caída libre de una composición pigmentada acuosa que presenta un contenido en sólidos elevado a una velocidad de flujo por valores de longitud de boquilla unitaria (Q) igual a o inferior a $1 \times 10^{-4} \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ para revestir una banda en movimiento.
- 25 Dicha composición contiene un tensioactivo (que reduce la tensión superficial de la composición) y un modificador de la reología polimérico.
- 30 Más particularmente, la invención proporciona un procedimiento de revestimiento por cortina para revestir un sustrato con una cortina estable y un revestimiento uniforme a bajas velocidades de flujo en el que una cortina de caída libre de una composición acuosa que comprende un contenido en sólidos elevado recubre un sustrato en movimiento a una velocidad de flujo por valor de longitud de boquilla unitaria (Q) igual a o inferior a $1 \times 10^{-4} \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$, comprendiendo dicha composición de contenido en sólidos elevado un modificador de la reología polimérico y un tensioactivo no iónico.
- 35 Dicho modificador de la reología se selecciona de entre el grupo que comprende espesantes de fase acuosa y espesantes asociativos, o una combinación de los dos.
- 40 Dicho tensioactivo se selecciona de entre el grupo de etoxilatos de alquilarilo, compuestos acetilénicos alcoxilados, dioles alquilacetilénicos, compuestos acetilénicos no alcoxilados, alcoxilatos de alcohol secundarios y mezclas de los mismos
- 45 Dicha composición comprende aglutinantes y pigmentos de revestimiento. En particular, el aglutinante se selecciona de entre un grupo constituido por copolímeros de estireno, en particular estireno-butadienos o estireno-acrilatos, estireno-anhídridos maleicos, poli(alcoholes vinílicos), polivinilpirrolidonas, carboximetilcelulosas, almidones, proteínas, poli(acetatos de vinilo), poliuretanos, poliésteres y mezclas de los mismos.
- 50 Preferentemente, los pigmentos se seleccionan de entre carbonatos de calcio, caolín, talco, dióxido de titanio, sílice, alúmina, alúmina boehmita, sulfato de bario, óxido de cinc, pigmentos conductores, silicato de aluminio y mezclas de los mismos.
- 55 Dicha composición acuosa presenta un contenido en sólidos elevado superior o igual a 50% en peso seco, preferentemente mayor del 60%.
- La concentración de dicho modificador de la reología en la composición es inferior al 5% en peso seco y preferentemente inferior al 1% en peso seco, más preferentemente inferior al 0,5% en peso seco del peso seco de la composición total.
- 60 La concentración de dicho tensioactivo en la composición es inferior al 1% en peso seco y preferentemente inferior al 0,5% en peso seco, más preferentemente inferior al 0,3% en peso seco del peso seco de la composición total.
- 65 Preferentemente, la viscosidad de dicha composición acuosa es de entre 50 y 200 mPa.s a una velocidad de cizallamiento de 1.000 s^{-1} , entre 25 y 90 mPa.s a una velocidad de cizallamiento de 10.000 s^{-1} y entre 20 y 75 mPa.s a una velocidad de cizallamiento de 100.000 s^{-1} , siendo todos los conjuntos de datos registrados a 25°C .
- Preferentemente, la tensión superficial estática de la composición acuosa es inferior a 45 mN/m.

Preferentemente, el peso de revestimiento seco revestido sobre el sustrato es inferior o igual a 12 g/m², preferentemente inferior o igual a 10 g/m².

5 Según la invención, el sustrato es o bien un sustrato fibroso tal como un papel o un cartón, o bien una banda de plástico.

Preferentemente, la cortina recubre un sustrato de banda de papel continua que está o bien a) no revestido o imprimado, b) prerrevestido o preimprimado, c) prerrevestido y posteriormente calandrado.

10 En particular, cuando el sustrato es un sustrato de papel, el gramaje de dicho sustrato de papel antes del revestimiento es inferior o igual a 150 g/m², más particularmente inferior o igual a 80 g/m².

La cortina de caída libre está compuesta por una o más capas.

15 Según una forma de realización particular de la invención, la cortina de caída libre está compuesta por dos capas de composición acuosa con un contenido en sólidos elevado tal como se describió anteriormente.

Ejemplos

20 Los ejemplos de modificadores de la reología utilizados se resumen en la tabla 1 y los ejemplos de tensioactivos utilizados se resumen en la tabla 2.

Tabla 1

Modificador de la reología	Empresa	Tipo de polímero	Modo de actividad	Característica principal
Sterocoll BL	BASF	Emulsión de agua en aceite aniónica de un copolímero de acrilamida-ácido acrílico	Espesante de fase acuosa	Aumento de la viscosidad a velocidad de cizallamiento media, aumento de la viscosidad extensional
Rheolate 212	Elementis	Poliuretano etoxilado hidrófobo	Espesante asociativo	Aumento de la viscosidad a velocidad de cizallamiento alta
Rheolate 350	Elementis	Poliol de poliéter	Espesante asociativo	Aumento de la viscosidad a velocidad de cizallamiento alta
Rheolate 425	Elementis	Poliacrilato hinchable alcalino modificado hidrófobo	Espesante asociativo/de fase acuosa	Aumento de la viscosidad a velocidad de cizallamiento baja/media
Rheovis 802	CIBA	Acrilato/poliacrilamida aniónico	Espesante de fase acuosa	Aumento de la viscosidad a velocidad de cizallamiento alta/media
Mowiol 40-88	Kuraray	Poli(alcohol vinílico)	Espesante de fase acuosa	Aumento de la viscosidad a velocidad de cizallamiento alta/media, aumento de la viscosidad extensional

25

Tabla 2

Tensioactivo	Empresa	Tipo de molécula
Surfynol CT211	Air Products	Diol alquilacetilénico
Surfynol 420	Air Products	Compuesto acetilénico etoxilado
Surfynol 2502	Air Products	Compuesto acetilénico etoxilado/propoxilado
Surfynol 485	Air Products	Compuesto acetilénico etoxilado
Dynol 604	Air Products	Compuesto acetilénico no etoxilado
Tergitol 15-S-7	DOW	Etoxilato de alcohol secundario
Tergitol 15-S-9	DOW	Etoxilato de alcohol secundario
Tergitol TMN6	DOW	Etoxilato de alcohol secundario ramificado
Triton X100	DOW	Etoxilato de octilfenol
Dapro W77	Elementis Specialities	Éster de ácido graso etoxilado

Sustrato

30 Sustrato revestido con arcilla de 150 g/m² compuesto por base de papel de partida de 130 g/m² con revestimiento de arcilla de 20 g/m² calandrado a 10⁻⁵ N/m utilizando calandras de rodillos de acero de 2 aberturas a 600 m/min. Las propiedades físicas del sustrato de papel revestido se muestran en la tabla 3.

Tabla 3

Parámetro	Valor
Energía de superficie total (dina/cm)	41,4
Ángulo de contacto (°) con el agua	81,7
Ángulo de contacto (°) con bromonaftaleno	29,8
Lisura Bekk (s)	4135
Permeabilidad al aire Bendtsen (ml/min.)	0
Brillo (75°) (%)	24,7

5 Ejemplos

Ejemplo 1 (comparativo)

10 Se dispersaron unos pigmentos de carbonato de calcio (85 partes) en agua. Se añadió un aglutinante de látex (15 partes) a la formulación y se dejó agitar la mezcla durante 0,5 h. Se registró el contenido en sólidos de la formulación al 64,7%.

Ejemplo 2 (comparativo)

15 Se dispersaron unos pigmentos de carbonato de calcio (84,8 partes) en agua. Se añadió un aglutinante de látex (14,97 partes) a la formulación y se dejó agitar la mezcla durante 0,5 h. Se añadió Surfynol CT211 (0,23 partes) a la mezcla y se dejó agitar durante otras 0,5 h. Se registró el contenido en sólidos de la formulación al 65,5%.

Ejemplo 3 (invención)

20 Se dispersaron unos pigmentos de carbonato de calcio (84,62 partes) en agua. Se añadió un aglutinante de látex (14,94 partes) a la formulación y se dejó agitar la mezcla durante 0,5 h. Se añadió Surfynol CT211 (Air Products) (0,23 partes) a la mezcla y se dejó agitar durante otras 0,5 h. Se añadieron 0,21 partes de Sterocoll BL (BASF) al final de la formulación. Se agitó la mezcla durante otras 0,5 h. Se registró el contenido en sólidos de la formulación al 65,08%.

Ejemplo 4 (invención)

30 Se dispersaron unos pigmentos de carbonato de calcio (84,44 partes) en agua. Se añadió un aglutinante de látex (14,90 partes) a la formulación y se dejó agitar la mezcla durante 0,5 h. Se añadió Surfynol CT211 (0,23 partes) a la mezcla y se dejó agitar durante otras 0,5 h. Se añadieron 0,42 partes de Rheovis 802 (CIBA) al final de la formulación. Se agitó la mezcla durante otras 0,5 h. Se registró el contenido en sólidos de la formulación al 65,0%.

Ejemplo 5 (invención)

35 Se dispersaron unos pigmentos de carbonato de calcio (84,44 partes) en agua. Se añadió un aglutinante de látex (14,9 partes) a la formulación y se dejó agitar la mezcla durante 0,5 h. Se añadió Surfynol CT211 (0,23 partes) a la mezcla y se dejó agitar durante otras 0,5 h. Se añadieron 0,42 partes de Mowiol 40-88 (Kuraray) al final de la formulación. Se agitó la mezcla durante otras 0,5 h. Se registró el contenido en sólidos de la formulación al 63,5%.

Ejemplo 6 (invención)

45 Se dispersaron unos pigmentos de carbonato de calcio (90,52 partes) en agua. Se añadió un aglutinante de látex (8,42 partes) a la formulación y se agitó la mezcla. Se añadió Surfynol CT211 (0,27 partes) a la mezcla. Se añadieron 0,03 partes de un desespumante a la mezcla, seguido por la adición de 0,41 partes de Mowiol 4-98 (como modificador de la reología) (Kuraray) y 0,05 partes de Sterocoll BL (BASF), se realizó agitación entre cada adición de componentes. Se ajustó el pH de la mezcla a 10,3 con hidróxido de sodio.

50 Se registró el contenido en sólidos de la formulación al 65,5%.

Resultados y discusión

55 El ejemplo 1 no contenía o bien el tensioactivo o bien el modificador de la reología y sólo pudo formarse una cortina a un valor de Q (velocidad de flujo por longitud de boquilla unitaria) de $1,8 \times 10^{-4}$ m³/(s.m). Se midió la tensión superficial estática a 45 mN/m. A una velocidad de banda de 400 m/min., esto correspondía a un peso de revestimiento seco de 26,6 g/m² que es mucho mayor que el requisito de peso de revestimiento de < 10 g/m² para papel revestido de buena calidad (calidad de imagen y tiempo de secado) para impresión *off-set*. Sin embargo, el revestimiento era inestable en la zona de impacto, posiblemente debido al arrastre de aire, y se obtuvo una mala

uniformidad del revestimiento. La viscosidad de la mezcla a una velocidad de cizallamiento de 100 s^{-1} era de $125 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, a una velocidad de cizallamiento de 1.000 s^{-1} era de $37 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, a una velocidad de cizallamiento de 10.000 s^{-1} era de $14 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ y a una velocidad de cizallamiento de 100.000 s^{-1} era de $13 \text{ mPa}\cdot\text{s}$.

5 El ejemplo 2 implicaba la adición del tensioactivo no iónico al ejemplo 1, lo que permitió que se formase la cortina a una velocidad de flujo por longitud de boquilla unitaria muy reducida ($Q= 9,26 \times 10^{-5} \text{ m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$), en comparación con el ejemplo 1. Esto se debe a la disminución de la tensión superficial de la mezcla hasta 35 mN/m . Esto permite que se logre un peso de revestimiento seco de $14,0 \text{ g/m}^2$, que es muy inferior que en ausencia de tensioactivo pero superior que el objetivo de 10 g/m^2 . La viscosidad de la mezcla a una velocidad de cizallamiento de 100 s^{-1} era de $142 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, a una velocidad de cizallamiento de 1.000 s^{-1} era de $43 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, a una velocidad de cizallamiento de 10.000 s^{-1} era de $18 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ y a una velocidad de cizallamiento de 100.000 s^{-1} era de $18 \text{ mPa}\cdot\text{s}$.

15 El ejemplo 3 implicaba la adición del tensioactivo y el modificador de la reología (Sterocoll BL) al ejemplo 1, lo que produjo una cortina estable a una velocidad de flujo por longitud de boquilla unitaria, Q , de $6,73 \times 10^{-5} \text{ m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$. Esto produjo un peso de revestimiento seco de $9,4 \text{ g/m}^2$ comprendido en el objetivo requerido. La tensión superficial estática aumenta con respecto al ejemplo 1 (los modificadores de la reología tienden a elevar la tensión superficial), hasta 40 mN/m . Sin embargo, la velocidad de flujo requerida para la estabilidad de la cortina es inferior a la del ejemplo 1. Se obtuvo un perfil de revestimiento uniforme hasta que se alcanzó una velocidad de 600 m/min. , a la que se produjo la aparición de arrastre de aire. La viscosidad de la mezcla a una velocidad de cizallamiento de 100 s^{-1} era de $438 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, a una velocidad de cizallamiento de 1.000 s^{-1} era de $107 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, a una velocidad de cizallamiento de 10.000 s^{-1} era de $50 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ y a una velocidad de cizallamiento de 100.000 s^{-1} era de $48 \text{ mPa}\cdot\text{s}$.

25 El ejemplo 4 implicaba la adición del tensioactivo y el modificador de la reología (Rheovis 802) al ejemplo 1, lo que produjo una cortina estable a una velocidad de flujo por longitud de boquilla unitaria, Q , de $6,17 \times 10^{-5} \text{ m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$. Esto produjo un peso de revestimiento seco de $8,5 \text{ g/m}^2$ comprendido en el objetivo requerido. La tensión superficial estática aumenta con respecto al ejemplo 1 (los modificadores de la reología tienden a elevar la tensión superficial), hasta 37 mN/m . Sin embargo, la velocidad de flujo requerida para la estabilidad de la cortina es de nuevo inferior a la del ejemplo 1. Se obtuvo un perfil de revestimiento uniforme hasta que se alcanzó una velocidad de 600 m/min. , a la que se produjo la aparición de arrastre de aire. La viscosidad de la mezcla a una velocidad de cizallamiento de 100 s^{-1} era de $355 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, a una velocidad de cizallamiento de 1.000 s^{-1} era de $80 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, a una velocidad de cizallamiento de 10.000 s^{-1} era de $28 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ y a una velocidad de cizallamiento de 100.000 s^{-1} era de $24 \text{ mPa}\cdot\text{s}$.

35 El ejemplo 5 implicaba la adición del tensioactivo y poli(alcohol vinílico) Mowiol 40-88 al ejemplo 1, lo que produjo una cortina estable a una velocidad de flujo por longitud de boquilla unitaria, Q , de $7,86 \times 10^{-5} \text{ m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$. Esto produjo un peso de revestimiento seco de $10,0 \text{ g/m}^2$ comprendido en el objetivo requerido. La tensión superficial estática aumenta con respecto al ejemplo 1 hasta 42 mN/m . Sin embargo, la velocidad de flujo requerida para la estabilidad de la cortina es inferior a la del ejemplo 1. Se obtuvo un perfil de revestimiento uniforme hasta que se alcanzó una velocidad de 600 m/min. , a la que se produjo la aparición de arrastre de aire. La viscosidad de la mezcla a una velocidad de cizallamiento de 100 s^{-1} era de $161 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, a una velocidad de cizallamiento de 1.000 s^{-1} era de $124 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, a una velocidad de cizallamiento de 10.000 s^{-1} era de $77 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ y a una velocidad de cizallamiento de 100.000 s^{-1} era de $34 \text{ mPa}\cdot\text{s}$.

45 El ejemplo 6 implicaba la adición del tensioactivo y un sistema de modificador de la reología doble (Sterocoll BL + Mowiol 4-98) a una mezcla de revestimiento de carbonato de calcio y aglutinante de látex. Se formó una cortina estable a una velocidad de flujo por longitud de boquilla unitaria Q de $9,45 \times 10^{-5} \text{ m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$ y el valor de tensión superficial estática era de $35,5 \text{ mN/m}$. Se obtuvo un perfil de revestimiento uniforme sin arrastre de aire a una velocidad de la línea de 600 m/min. El papel revestido obtenido presenta un buen rendimiento de impresión. El peso de revestimiento seco era de $10,0 \text{ g/m}^2$. La viscosidad de la mezcla a una velocidad de cizallamiento de 100 s^{-1} era de $255 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, a una velocidad de cizallamiento de 1.000 s^{-1} era de $78 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, a una velocidad de cizallamiento de 10.000 s^{-1} era de $37 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ y a una velocidad de cizallamiento de 100.000 s^{-1} era de $29 \text{ mPa}\cdot\text{s}$.

Los resultados de viscosidad a las diversas velocidades de cizallamiento para cada mezcla se resumen en la tabla 4.

Tabla 4

55

Ejemplo n.º	Tensioactivo presente	Modificador de la reología/ % en partes secas	Velocidad de cizallamiento (s^{-1})				
			10	100	1.000	10.000	100.000
1	ninguno	ninguno	442	125	37	14	13
2	sí	ninguno	544	142	43	18	18
3	sí	0,21% de Sterocoll BL	2411	438	107	50	48
4	sí	0,42% de Rheovis 802	1914	355	80	28	24
5	sí	0,42% de Mowiol 40-88	2252	427	94	37	34
6	sí	0,05% de Sterocoll BL 0,41% de Mowiol 4-98	1350	255	78	37	29

La viscosidad extensional eficaz no parece presentar un impacto sobre la estabilidad de la cortina (véanse los resultados en la tabla 5). El ejemplo 3 muestra una alta viscosidad extensional de 174 mPa.s a 100.000 s⁻¹ y el ejemplo 4 muestra una baja viscosidad extensional de 4 mPa.s a la velocidad de cizallamiento, aunque la velocidad de flujo mínima obtenida para la estabilidad de la cortina es ligeramente inferior para este último.

5

Tabla 5

Ejemplo n.º	Viscosidad extensional eficaz (mPa.s) a una velocidad de cizallamiento de 100.000 s ⁻¹
1	0
2	0
3	174
4	4
5	1
6	150

Tabla 6

10

Ejemplo n.º	Qmín. (autoformación de cortina) (m ² /(s.m))	Velocidad de banda (m/min.)	Sólidos de la mezcla (%)	Peso de revestimiento seco (g/m ²)	Densidad de la mezcla (g/cm ³)	Tensión superficial estática de la mezcla (mN/m)	Arrastre de aire
1	1,80x10 ⁻⁴	400	64,7	26,6	1,526	47	Sí (≥ 200 m/min.)
2	9,26x10 ⁻⁵	400	65,5	14,0	1,538	35	No
3	6,73x10 ⁻⁵	400	65,1	9,4	1,423	40	No
4	6,17x10 ⁻⁵	400	65,0	8,5	1,410	37	No
5	7,74x10 ⁻⁵	400	63,5	10,0	1,354	42	No
6	9,45x10 ⁻⁵	600	65,5	10,0	1,61	35,5	No

Métodos de prueba

15 *Viscosidad* - se midió utilizando un viscosímetro Brookfield RVT. La velocidad de husillo seleccionada fue de 100 rpm. El tamaño de husillo fue o bien sp2 o bien sp3. Se registró la temperatura de la mezcla durante la medición de la viscosidad.

20 *Densidad* - se midió utilizando un picnómetro de 100 ml. Se registró la temperatura durante la medición de la densidad.

pH - se midió utilizando medidor de pH HI 9024 Microcomputer (Hanna Instruments). Se registró la temperatura durante la medición del pH.

25 *Sólidos (%)* - se midió utilizando un analizador de sólidos/humedad por microondas CEM Labwave 9000.

Ángulo de contacto - se midió con un aparato FibroDAT 1100.

Tensión superficial - se midió utilizando un aparato DCA 132 con una placa de platino.

30 *Brillo del papel* - se midió utilizando un medidor del brillo a un ángulo fijado de 75° (BYK Gardner GmbH).

Lisura del papel - se midió utilizando un medidor de lisura Bekk (Messmer Instruments Ltd).

35 *Permeabilidad al aire* - se midió utilizando un medidor Bendtsen (Lorentzen & Wettre)

Reología - se midieron los datos de flujo con un reómetro de alta resolución CV0120 (Bohlin Instruments) utilizando la placa paralela a un hueco de 40 μm a 25 +/- 0,1°C. El intervalo de velocidad de cizallamiento fue de 10 a 100.000 s⁻¹.

40 *Viscosidad extensional eficaz* - se midió en un viscosímetro de alto cizallamiento automatizado Paar HVA 6 con una longitud capilar de 10 mm y 5 mm y un diámetro capilar de 0,6 mm.

Preparación de la mezcla y procedimiento de revestimiento

45 Todas las partes se expresan en peso seco por 100 partes en peso seco de la composición total.

Así, las formulas de revestimiento en los ejemplos 1-6 se expresan en % en peso seco (partes) de la composición total.

5 Se mezclaron todas las formulaciones utilizando un aparato de dispersión Greaves GM. Se optimizó la agitación para garantizar un buen mezclado pero para evitar un arrastre de aire excesivo. El cabezal de cortina utilizado era de tipo deslizante con una anchura de 0,49 m y un hueco de boquilla de 300 µm. El cabezal de revestimiento por cortina estaba provisto de unas guías de borde con agua corriente hacia abajo en cada lado, con una succión de vacío presente para eliminar esta agua en la parte inferior de las guías de borde. La bandeja de recogida también actúa como deflector-barrera mecánica para limitar el arrastre de aire en la zona de impacto. Puede aplicarse
10 opcionalmente un vacío de succión (0,3 bar) para reducir el movimiento a través de la banda de la cortina en la zona de impacto y para limitar adicionalmente la aparición de arrastre de aire. La altura de la cortina era de 100 mm.

15 Se determina el peso de revestimiento de cada muestra revestida a partir de la velocidad de flujo volumétrico conocida de la bomba que suministra la mezcla al cabezal de cortina, la velocidad de banda, la densidad y el % de sólidos de la mezcla, y la anchura de la cortina. Se comprueba el peso de revestimiento colocando una muestra de sustrato revestido y no revestido de 100 cm² en un horno a 150°C durante 10 min. y midiendo la diferencia en el peso entre las dos muestras.

20 Materiales utilizados y formulaciones

Pigmentos de carbonato de calcio: carbonato de calcio molido cuyo 95% (en peso) presenta un tamaño de partícula promedio inferior a 2,5 µm. Sólidos al 78%.

25 Aglutinante de látex: una dispersión acuosa de un copolímero de estireno-butadieno. El contenido en sólidos está al 50%.

30 Mowiol 40-88 (Kuraray): el poli(alcohol vinílico) está hidrolizado al 88%. La viscosidad de una disolución al 4% a 25°C es de 40 cps tal como se mide en un viscosímetro Brookfield RVT (datos del fabricante). Utilizado como modificador de la reología (espesante de fase acuosa) o como aglutinante. Se usó el poli(alcohol vinílico) como una disolución al 10% obtenida calentando los gránulos de poli(alcohol vinílico) con agua a 95°C durante 0,5 h.

Rheovis 802: una emulsión de agua en aceite aniónica de una poli(acrilamida/acrilato). Utilizado como modificador de la reología (espesante de fase acuosa).

35 Mowiol 4-98 (Kuraray): el poli(alcohol vinílico) está hidrolizado al 98%. La viscosidad de una disolución al 4% a 25°C es de 4,5 cps tal como se mide en un viscosímetro Brookfield RVT (datos del fabricante). Utilizado como modificador de la reología (espesante) o como aglutinante. Se usó el Mowiol 4-98 como una disolución al 25% obtenida calentando los gránulos de poli(alcohol vinílico) con agua a 95°C durante 0,5 h.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de revestimiento por cortina para revestir sustratos con una cortina estable y un revestimiento uniforme a bajas velocidades de flujo en el que una cortina de caída libre de una composición acuosa reviste un sustrato en movimiento, presentando la composición acuosa un contenido en sólidos elevado superior o igual a 50% en peso seco y que comprende un modificador de la reología polimérico y un tensioactivo no iónico, siendo la concentración de dicho modificador de la reología en la composición acuosa inferior a 5% en peso seco del peso seco de la composición total, caracterizado porque la composición acuosa reviste a una velocidad de flujo por valor de longitud de boquilla unitaria (Q) igual a o inferior a $10^{-4} \text{ m}^3/(\text{s.m})$.
2. Procedimiento de revestimiento por cortina según la reivindicación 1, en el que dicho modificador de la reología se selecciona de entre el grupo que comprende espesantes de fase acuosa y espesantes asociativos, y mezclas de los mismos.
3. Procedimiento de revestimiento por cortina según la reivindicación 2, en el que dichos espesantes de fase acuosa se seleccionan de entre polímeros de poli(acrilamida/acrilato) aniónicos, tipos de poliéter hidrófobo iónico y poli(alcohol vinílico), carboximetilcelulosa, hidroxietilcelulosa, almidón, derivado de proteína y poli(acrilato(s) hinchable(s) alcalino(s).
4. Procedimiento de revestimiento por cortina según la reivindicación 2, en el que dichos espesantes asociativos se seleccionan de entre poliuretanos etoxilados hidrófobos y polioles de poliéter.
5. Procedimiento de revestimiento por cortina según las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicho tensioactivo se selecciona de entre el grupo de etoxilatos de alquilarilo, acetilénicos alcoxilados, dioles alquilacetilénicos, acetilénicos no alcoxilados, alcoxilatos de alcohol secundarios y mezclas de los mismos.
6. Procedimiento de revestimiento por cortina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la composición acuosa presenta un contenido en sólidos superior o igual a 60% en peso seco.
7. Procedimiento de revestimiento por cortina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la viscosidad de la composición acuosa es de entre 50 y 200 mPa.s a una velocidad de cizallamiento de 1.000 s^{-1} , entre 25 y 90 mPa.s a una velocidad de cizallamiento de 10.000 s^{-1} , y entre 20 y 75 mPa.s a una velocidad de cizallamiento de 100.000 s^{-1} , todos los conjuntos de datos registrados a 25°C .
8. Procedimiento de revestimiento por cortina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la tensión superficial estática de la composición acuosa es inferior a 45 mN/m.
9. Procedimiento de revestimiento por cortina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la composición acuosa comprende aglutinantes y pigmentos.
10. Procedimiento de revestimiento por cortina según la reivindicación 9, en el que el aglutinante se selecciona de entre un grupo constituido por copolímeros de estireno en particular estireno-butadieno o estireno-acrilatos, estireno-anhídridos maleicos, poli(alcoholes vinílicos), polivinilpirrolidonas, carboximetilcelulosas, almidón, proteína, poli(acetatos de vinilo), poliuretanos, poliéster, ácido acrílico y mezclas de los mismos.
11. Procedimiento de revestimiento por cortina según la reivindicación 9 ó 10, en el que el pigmento se selecciona de entre carbonatos de calcio, silicato de aluminio, caolín, talco, dióxido de titanio, sílice, alúminas, alúmina boehmita, sulfato de bario, óxido de cinc, pigmentos plásticos, pigmentos conductores y mezclas de los mismos.
12. Procedimiento de revestimiento por cortina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la concentración del modificador de la reología en la composición acuosa es inferior a 1% en peso seco del peso seco de la composición total.
13. Procedimiento de revestimiento por cortina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la concentración de tensioactivo en la composición es inferior a 1% en peso seco y preferentemente inferior a 0,5% en peso seco del peso seco de la composición total.
14. Procedimiento de revestimiento por cortina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que el peso de revestimiento seco revestido sobre el sustrato es inferior o igual a 12 g/m^2 , preferentemente inferior o igual a 10 g/m^2 .
15. Procedimiento de revestimiento por cortina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que el sustrato en movimiento es un sustrato fibroso o un sustrato de plástico.
16. Procedimiento de revestimiento por cortina según la reivindicación 15, en el que el sustrato fibroso es un papel o un cartón.

17. Procedimiento de revestimiento por cortina según la reivindicación 16, en el que el gramaje del sustrato de papel antes del revestimiento es inferior o igual a 150 g/m^2 , más particularmente inferior o igual a 80 g/m^2 .
- 5 18. Procedimiento de revestimiento por cortina según las reivindicaciones 16 a 17, en el que la cortina reviste una banda de papel continua que está o bien a) no revestida o imprimada, b) prerrevestida o preimprimada, c) prerrevestida y posteriormente calandrada.
- 10 19. Procedimiento de revestimiento por cortina según la reivindicación 15, en el que el sustrato en movimiento es una banda de plástico o una película.
20. Procedimiento de revestimiento por cortina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, en el que la cortina de caída libre está compuesta de una o más capas.
- 15 21. Procedimiento de revestimiento por cortina según la reivindicación 20, en el que dicha cortina de caída libre comprende dos capas de composición acuosa con un contenido en sólidos elevado.