

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 871 096**

51 Int. Cl.:

D21H 21/18 (2006.01)

D21H 17/37 (2006.01)

D21H 17/66 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.05.2017 PCT/US2017/035229**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.12.2017 WO17210304**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2017 E 17729316 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.03.2021 EP 3464721**

54 Título: **Programa de refuerzo de alta eficiencia usado para fabricar papel en sistema de alta demanda de carga**

30 Prioridad:

01.06.2016 CN 201610382070

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.10.2021

73 Titular/es:

**ECOLAB USA INC. (100.0%)
1 Ecolab Place
St. Paul, MN 55102, US**

72 Inventor/es:

**ZHANG, MENG;
ZHAO, YULIN y
XU, NA**

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 871 096 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

Programa de refuerzo de alta eficiencia usado para fabricar papel en sistema de alta demanda de carga

5 Antecedentes de la invención

Los auxiliares químicos para la fabricación de papel desempeñan un papel importante en el desarrollo sostenible de la industria papelera. Típicamente, los auxiliares químicos se clasifican en dos categorías: auxiliares tecnológicos y auxiliares funcionales. Un grupo particular de auxiliares funcionales, concretamente, los auxiliares de refuerzo (por ejemplo, determinados tipos de copolímeros), desempeña un papel en la mejora de las propiedades de resistencia del papel, tales como, por ejemplo, resistencia a la tracción en seco, resistencia a la tracción en húmedo, resistencia a la tracción en húmedo temporal, aplastamiento del anillo, rotura y adhesión Scott. El tratamiento de un precursor de la hoja de papel con un auxiliar de refuerzo puede mejorar determinadas propiedades del producto terminado y/o el proceso de fabricación de papel. El tratamiento con un auxiliar de refuerzo puede, por ejemplo, permitir un mayor contenido de cenizas en el papel acabado, aumentar las propiedades de resistencia del papel acabado, aumentar la retención durante el proceso de fabricación de papel y mejorar la eficiencia de deshidratación durante el proceso de fabricación de papel. Proporcionar un producto de papel acabado con un mayor contenido de cenizas es ventajoso en el uso de la pulpa de papel reciclada. Mejorar el contenido de cenizas mientras se mantienen las propiedades de resistencia adecuadas puede complicarse aún más en los sistemas de máquinas de papel de alta demanda de carga.

El documento núm. WO 2011/130503 A2 describe un método para fabricar papel o cartón al aplicar una composición que contiene enzima y coagulante catiónico a la pulpa de fabricación de papel antes de la formación del papel para mejorar preferentemente el drenaje, la retención o ambos.

El documento núm. WO 2015/038905 A1 proporciona una composición de auxiliar para la fabricación de papel que comprende agente(s) de refuerzo de tipo poliacrilamida modificado con dialdehído, agente(s) de refuerzo de tipo poliacrilamida y agua como medio y que tiene un valor de pH de 6,0 o más y un método para la fabricación de papel mediante el uso de dicha composición.

30 Resumen breve de la invención

Se proporciona un método para mejorar las propiedades de resistencia del papel. El método comprende tratar un precursor de la hoja de papel con una sal de polialuminio y un agente de refuerzo, en donde el agente de refuerzo comprende un copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído y un copolímero de poliacrilamida en una relación molar de 40:60 a 60:40. El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído es un copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído catiónico, y el copolímero de poliacrilamida es un copolímero de poliacrilamida anfótero.

Se proporciona el uso de una sal de polialuminio y un agente de refuerzo para mejorar las propiedades de resistencia del papel. El agente de refuerzo comprende un copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído y un copolímero de poliacrilamida en una relación molar de 40:60 a 60:40, en donde el copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído es un copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído catiónico, y en donde el copolímero de poliacrilamida es un copolímero de poliacrilamida anfótero.

45 Breve descripción de las figuras

La Figura 1 representa gráficamente los resultados experimentales del Ejemplo 1.

50 La Figura 2 representa gráficamente los resultados experimentales del Ejemplo 2.

La Figura 3 representa gráficamente los resultados experimentales del Ejemplo 3.

La Figura 4 representa gráficamente los resultados experimentales del Ejemplo 4.

55 La Figura 5 representa gráficamente los resultados experimentales del Ejemplo 5.

Descripción detallada de la invención

60 Se proporcionan los métodos para mejorar las propiedades de resistencia del papel. Los métodos comprenden tratar un precursor de la hoja de papel con una sal de polialuminio y un agente de refuerzo, en donde el agente de refuerzo comprende un copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído y un copolímero de poliacrilamida. La sal de polialuminio y el agente de refuerzo pueden usarse como uno o más de una suspensión acuosa y/o una dispersión acuosa, es decir, uno o ambos de la sal de polialuminio y el agente de refuerzo pueden estar presentes en agua.

5 Sin pretender imponer ninguna teoría, se cree que los métodos descritos en la presente descripción ayudan a mitigar los problemas asociados con los sistemas de máquinas de papel de alta demanda de carga al reducir la densidad de carga de las partículas. En particular, los métodos permiten un mayor contenido de cenizas en los sistemas de máquinas de papel de alta demanda de carga, mientras mantienen mejores las propiedades de resistencia, la retención y la eficiencia de deshidratación. Además, el uso de los métodos proporcionados en la presente descripción tiende a mejorar las propiedades de resistencia del papel en los sistemas de máquinas de papel de alta demanda de carga a través del tratamiento de un precursor de la hoja de papel.

10 En al menos una modalidad, el método para mejorar las propiedades de resistencia del papel comprende tratar una hoja de papel con una sal de polialuminio. La sal de polialuminio puede tener muchas funciones. Por ejemplo, la sal de polialuminio puede actuar como un recolector de basura aniónico, un auxiliar de retención inorgánico o un agente de encolado. Sin pretender imponer ninguna teoría en particular, la sal de polialuminio juega un papel en la mitigación de la densidad de carga presente en un sistema de máquina de papel de alta demanda de carga. Generalmente, un sistema de alta demanda de carga tiene una densidad de carga de partículas ("PCD") superior a 500 µeq/l. En particular, a medida que aumenta la concentración de sal de polialuminio, disminuye la PCD.

15 La sal de polialuminio puede ser cualquier sal de polialuminio adecuada. En una modalidad, la sal de polialuminio puede seleccionarse de, por ejemplo, cloruro de polialuminio ("PAC"), sulfato de polialuminio, sulfato de potasio y aluminio, sulfato de potasio y aluminio hidratado, sulfato de aluminio y las combinaciones de estos. En una modalidad preferida, la sal de polialuminio es cloruro de polialuminio.

20 La sal de polialuminio puede dosificarse en cualquier cantidad adecuada. La sal de polialuminio puede dosificar en aproximadamente 20 kilogramos o menos por tonelada de fibras secas, por ejemplo, aproximadamente 15 kilogramos o menos por tonelada de fibras secas, aproximadamente 10 kilogramos o menos por tonelada de fibras secas, o aproximadamente 5 kilogramos o menos por tonelada de fibras secas, o aproximadamente 3 kilogramos o menos por tonelada de fibras secas, o aproximadamente 2 kilogramos o menos por tonelada de fibras secas, o aproximadamente 1 kilogramo o menos por tonelada de fibras secas. Alternativamente, o además, la sal de polialuminio puede dosificarse en aproximadamente 0,01 kilogramos o más por tonelada de fibras secas, por ejemplo, o aproximadamente 0,02 kilogramos o más por tonelada de fibras secas, o aproximadamente 0,05 kilogramos o más por tonelada de fibras secas, o aproximadamente 0,1 kilogramos o más por tonelada de fibras secas, o aproximadamente 0,2 kilogramos o más por tonelada de fibras secas, o aproximadamente 0,3 kilogramos o más por tonelada de fibras secas, o aproximadamente 0,4 kilogramos o más por tonelada de fibras secas, o aproximadamente 0,5 kilogramos o más por tonelada de fibras secas, o aproximadamente 0,7 kilogramos o más por tonelada de fibras secas, o aproximadamente 0,9 kilogramos o más por tonelada de fibras secas. Por tanto, la sal de polialuminio puede comprender una concentración limitada por cualquiera de los dos puntos finales mencionados anteriormente. El producto puede comprender de aproximadamente 0,01 kg a aproximadamente 20 kg de sal de polialuminio por tonelada de fibras secas, por ejemplo, de aproximadamente 0,01 kg a aproximadamente 15 kg de sal de polialuminio por tonelada de fibras secas, de aproximadamente 0,05 kg a aproximadamente 15 kg de sal de polialuminio por tonelada de fibras secas, de aproximadamente 0,05 kg a aproximadamente 5 kg de sal de polialuminio por tonelada de fibras secas, de aproximadamente 0,1 kg a aproximadamente 3 kg de sal de polialuminio por tonelada de fibras secas, de aproximadamente 0,5 kg a aproximadamente 3 kg de sal de polialuminio por tonelada de fibras secas, de aproximadamente 0,9 kg a aproximadamente 2 kg de sal de polialuminio por tonelada de fibras secas, etc. Las dosis descritas en este párrafo se refieren a la cantidad de activo (es decir, sal de polialuminio) por tonelada de fibras secas.

25 30 35 40 45 La sal de polialuminio puede tener cualquier basicidad adecuada. Como se usa en la presente descripción "basicidad" se refiere a la cantidad, o grado, de material polinuclear en la sal de polialuminio. Cuando la sal de polialuminio es cloruro de polialuminio, el cloruro de polialuminio puede tener una basicidad de aproximadamente 40 % a aproximadamente 83 %. El cloruro de polialuminio puede tener una basicidad de aproximadamente 83 % o menos, por ejemplo, aproximadamente 80 % o menos, aproximadamente 75 % o menos, aproximadamente 70 % o menos, aproximadamente 65 % o menos, aproximadamente 60 % o menos, o aproximadamente 55 % o menos. Alternativamente, o además, el cloruro de polialuminio puede tener una basicidad de 40 % o más, por ejemplo, aproximadamente 45 % o más, o aproximadamente 50 % o más. Por tanto, el cloruro de polialuminio puede tener una basicidad limitada por cualquiera de los dos puntos finales mencionados anteriormente. El cloruro de polialuminio puede tener una basicidad de aproximadamente 40 % a aproximadamente 55 %, de aproximadamente 45 % a aproximadamente 55 %, de aproximadamente 50 % a aproximadamente 55 %, de aproximadamente 50 % a aproximadamente 60 %, de aproximadamente 50 % a aproximadamente 65 %, de aproximadamente 50 % a aproximadamente 70 %, de aproximadamente 50 % a aproximadamente 75 %, de aproximadamente 50 % a aproximadamente 80 %, de aproximadamente 50 % a aproximadamente 83 %, o de aproximadamente 40 % a aproximadamente 83 %.

50 55 60 El método para mejorar las propiedades de resistencia del papel comprende además tratar una hoja de papel con un agente de refuerzo. Como se usa en la presente descripción, el agente de refuerzo comprende un copolímero de poliácridamida modificado con dialdehído y un copolímero de poliácridamida.

El agente de refuerzo comprende copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído a copolímero de poli(acrilamida) en una relación molar de aproximadamente 40:60 a aproximadamente 60:40, por ejemplo, aproximadamente 50:50.

5 El agente de refuerzo puede dosificarse en cualquier cantidad adecuada. El agente de refuerzo puede dosificarse en aproximadamente 20 kilogramos o menos por tonelada de fibras secas, por ejemplo, aproximadamente 15 kilogramos o menos por tonelada de fibras secas, aproximadamente 10 kilogramos o menos por tonelada de fibras secas, o aproximadamente 5 kilogramos o menos por tonelada de fibras secas. Alternativamente, o además, el agente de refuerzo puede dosificarse en aproximadamente 0,1 kilogramos o más por tonelada de fibras secas, por ejemplo, aproximadamente 0,2 kilogramos o más por tonelada de fibras secas, aproximadamente 0,5 kilogramos o más por tonelada de fibras secas, aproximadamente 1 kilogramo o más por tonelada de fibras secas, o aproximadamente 2 kilogramos o más por tonelada de fibras secas. Por tanto, el agente de refuerzo puede comprender una concentración limitada por cualquiera de los dos puntos finales mencionados anteriormente. El producto puede comprender de aproximadamente 0,1 kg a aproximadamente 20 kg de agente de refuerzo por tonelada de fibras secas, por ejemplo, de aproximadamente 0,1 kg a aproximadamente 15 kg de agente de refuerzo por tonelada de fibras secas, de aproximadamente 0,5 kg a aproximadamente 15 kg de agente de refuerzo por tonelada de fibras secas, de aproximadamente 0,5 kg a aproximadamente 10 kg de agente de refuerzo por tonelada de fibras secas, de aproximadamente 1 kg a aproximadamente 5 kg de agente de refuerzo por tonelada de fibras secas, etc. Las dosis descritas en este párrafo se refieren a la cantidad de activo (por ejemplo, copolímeros) por tonelada de fibras secas.

El copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído es un copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico. El copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico puede ser cualquier copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico adecuado. En una modalidad, el copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico es un copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído que comprende acrilamida y una o más unidades de monómero catiónico.

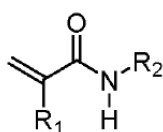
El copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico puede existir como cualquier copolímero adecuado. Por ejemplo, el copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico puede existir como un copolímero alterno, un copolímero aleatorio, un copolímero de bloques o un copolímero de injerto. El copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico puede contener cualquier número adecuado de unidades de monómeros diferentes. Por ejemplo, el copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico puede contener 2 unidades de monómero diferentes, 3 unidades de monómero diferentes, 4 unidades de monómero diferentes, 5 unidades de monómero diferentes o 6 unidades de monómero diferentes. Por tanto, las unidades de monómero catiónico y acrilamida pueden ser cualquier número adecuado de diferentes unidades de monómero catiónico y acrilamida. El copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico puede comprender unidades de monómero catiónico y acrilamida en cualquier concentración adecuada y en cualquier proporción adecuada.

El copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico puede comprender acrilamida en cualquier concentración adecuada. El copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico puede comprender aproximadamente 40 % en moles o más de acrilamida, por ejemplo, aproximadamente 50 % en moles o más, aproximadamente 60 % en moles o más, aproximadamente 65 % en moles o más, aproximadamente 70 % en moles o más, o aproximadamente 75 % en moles o más. Alternativamente, o además, el copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico puede comprender aproximadamente 99 % en moles o menos de acrilamida, por ejemplo, aproximadamente 95 % en moles o menos, aproximadamente 90 % en moles o menos, aproximadamente 85 % en moles o menos, o aproximadamente 80 % en moles o menos. Por tanto, el copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico puede comprender acrilamida en una concentración limitada por cualquiera de los dos puntos finales mencionados anteriormente. El copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico puede comprender de aproximadamente 40 % en moles a aproximadamente 99 % en moles de acrilamida, por ejemplo, de aproximadamente 50 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 60 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 65 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 70 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 95 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 90 % en moles %, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 85 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 80 % en moles, de aproximadamente 80 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 85 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, o de aproximadamente 90 % en moles a aproximadamente 99 % en moles.

El copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico puede comprender un monómero catiónico en cualquier concentración adecuada. El copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico puede comprender aproximadamente 1 % en moles o más de monómero catiónico, por ejemplo, aproximadamente 5 % en moles o más, aproximadamente 10 % en moles o más, aproximadamente 15 % en moles o más, o aproximadamente 20 % en moles o más. Alternativamente, o además, el copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico puede comprender aproximadamente 60 % en moles o menos de monómero catiónico, por ejemplo,

aproximadamente 50 % en moles o menos, aproximadamente 40 % en moles o menos, aproximadamente 30 % en moles o menos, o aproximadamente un 25 % en moles o menos. Por tanto, el copolímero de poli(acrilamida modificado con dialdehído catiónico puede comprender un monómero catiónico en una concentración limitada por cualquiera de los dos puntos finales mencionados anteriormente. El copolímero de poli(acrilamida modificado con dialdehído catiónico puede comprender desde aproximadamente 1 % en moles hasta aproximadamente 60 % en moles de monómero catiónico, por ejemplo, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 50 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 40 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 30 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 5 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 10 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 15 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 20 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 20 % en moles, o de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 10 % en moles.

Como se usa en la presente descripción, la "acrilamida" se refiere a cualquier unidad de monómero de acrilamida adecuada derivada de un monómero de la fórmula:



en donde R_1 es H o alquilo C_1-C_4 y R_2 es H, alquilo C_1-C_{20} , arilo o arilalquileo. Como se usa en la presente descripción, "alquilo C_1-C_{20} " puede ser cualquier cadena de carbono monovalente adecuada de 1 a 20 (es decir, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 o 20) carbonos de longitud. En algunas modalidades, la cadena de carbono de alquilo C_1-C_{20} es saturada, insaturada, ramificada, de cadena lineal, cíclica o una combinación de estas. Una lista ilustrativa de sustituyentes alquilo C_1-C_{30} es metilo, etilo, n-propilo, iso-propilo, n-butilo, sec-butilo, terc-butilo, n-pentilo, sec-pentilo, neo-pentilo, hexilo, heptilo, octilo, nonilo, laurilo, estearilo, cetilo, ciclopentilo, ciclohexilo, propenilo, 2-butenilo, 3-butenilo, 2-pentenilo, 3-pentenilo o 4-pentenilo. En determinadas modalidades, R_2 es H o alquilo C_1-C_4 .

Como se usa en la presente descripción, "arilo" se refiere a cualquier sustituyente arilo o heteroarilo sustituido o no sustituido, en donde el sustituyente heteroarilo es un grupo monocíclico aromático de 5 o 6 miembros, un grupo bicíclico de 9 o 10 miembros, o un grupo tricíclico de 11 a 14 miembros, que tiene al menos un heteroátomo (O, S o N) en al menos uno de los anillos. Cada anillo del grupo heteroarilo que contiene un heteroátomo puede contener uno o dos átomos de oxígeno o azufre y/o de uno a cuatro átomos de nitrógeno, siempre que el número total de heteroátomos en cada anillo sea cuatro o menos y cada anillo tenga al menos un átomo de carbono. Los anillos condensados que completan los grupos bicíclicos y tricíclicos pueden contener solo átomos de carbono y pueden estar saturados, parcialmente saturados o insaturados. Los átomos de nitrógeno, oxígeno y azufre opcionalmente pueden oxidarse y los átomos de nitrógeno opcionalmente pueden cuaternizarse. Los grupos heteroarilo que son bicíclicos o tricíclicos deben incluir al menos un anillo completamente aromático, pero el otro anillo o anillos condensados pueden ser aromáticos o no aromáticos. En algunas modalidades, el compuesto de arilo es fenilo, naftilo, pirrolilo, isoindolilo, indolizino, indolilo, furanilo, benzofuranilo, benzotiofenilo, tiofenilo, piridilo, acridinilo, naftiridinilo, quinolinilo, isoquinolinilo, isoxazolilo, oxazolilo, benzoxazolilo, isotiazolilo, tiazolilo, benziazolilo, imidazolilo, tiadiazolilo, tetrazolilo, triazolilo, oxadiazolilo, benzimidazolilo, purinilo, pirazolilo, pirazinilo, pteridinilo, quinoxalinilo, ftalazinilo, quinazolinilo, triazinilo, fenazinilo, cinnolinilo, pirimidinilo o piridazinilo. En algunas modalidades, R_2 es un arilalquileo. Como se usa en la presente descripción, "arilalquileo" puede ser cualquier sustituyente arilo adecuado unido a través de un enlace alquileo. Por ejemplo, el arilalquileo puede ser bencilo, feniletilo, fenilpropilo o 1-naftilmetilo.

Como se usa en la presente descripción, el término "sustituido" significa que uno o más hidrógenos en el átomo o grupo designado se reemplazan con otro grupo siempre que no se exceda la valencia normal del átomo designado. Por ejemplo, cuando el sustituyente es oxo (es decir, =O), entonces se reemplazan dos hidrógenos en el átomo de carbono. Se permiten combinaciones de sustituyentes y/o variables siempre que las sustituciones no afecten adversamente de manera significativa la síntesis o el uso del compuesto.

Como se usa en la presente descripción, "derivado" cuando se refiere a una unidad de monómero, significa que la unidad de monómero tiene la estructura de un monómero a partir del cual se hizo, en donde la olefina terminal se ha transformado durante el proceso de polimerización.

El copolímero de poli(acrilamida modificado con dialdehído catiónico puede comprender cualquier unidad de monómero catiónico adecuada. Por ejemplo, la unidad de monómero catiónico del copolímero de poli(acrilamida modificado con dialdehído catiónico puede ser una o más unidades de monómero derivadas de un monómero que se selecciona de cloruro de dialildimetilamonio ("DADMAC"), *N*-(3-dimetilaminopropil)metacrilamida, *N*-(3-dimetilaminopropil)acrilamida, cloruro de trimetil-2-metacrilatoxiethylamonio, cloruro de trimetil-2-acrilatoxiethylamonio, cloruro de metilacrilatoxiethyl-dimetilbencilamonio, cloruro de acrilatoxiethyl-dimetilbencilamonio, cloruro de (3-

acrilamidopropil)trimetilamonio, cloruro de (3-metacrilamidopropil)trimetilamonio, cloruro de (3-acrilamido-3-metilbutil)trimetilamonio, 2-vinilpiridina, metacrilato de 2-(dimetilamino)etilo, acrilato de 2-(dimetilamino)etilo, las sales de estos y las combinaciones de estos.

- 5 En una modalidad preferida, el copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído catiónico comprende acrilamida y cloruro de dialildimetilamonio ("DADMAC").

10 El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído puede ser un copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído aniónico (no de acuerdo con la invención). El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído aniónico puede ser cualquier copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído aniónico adecuado. El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído aniónico puede ser un copolímero modificado con dialdehído que comprende acrilamida y una o más unidades de monómeros aniónicos.

15 El copolímero de poliacrilamida aniónico modificado con dialdehído puede existir como cualquier copolímero adecuado. Por ejemplo, el copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído aniónico puede existir como un copolímero alterno, un copolímero aleatorio, un copolímero de bloques o un copolímero de injerto. El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído aniónico puede contener cualquier número adecuado de diferentes unidades de monómeros. Por ejemplo, el copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído aniónico puede contener 2 unidades de monómero diferentes, 3 unidades de monómero diferentes, 4 unidades de monómero diferentes, 5 unidades de monómero diferentes o 6 unidades de monómero diferentes. Por tanto, las unidades de monómero aniónico y acrilamida pueden ser cualquier número adecuado de diferentes unidades de monómero aniónico y acrilamida. El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído aniónico puede comprender unidades de monómero aniónico y acrilamida en cualquier concentración adecuada y en cualquier proporción adecuada.

25 El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído aniónico puede comprender acrilamida en cualquier concentración adecuada. El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído aniónico puede comprender aproximadamente 40 % en moles o más de acrilamida, por ejemplo, aproximadamente 50 % en moles o más, aproximadamente 60 % en moles o más, aproximadamente 65 % en moles o más, aproximadamente 70 % en moles o más, o aproximadamente 75 % en moles o más. Alternativamente, o además, el copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído aniónico puede comprender aproximadamente 99 % en moles o menos de acrilamida, por ejemplo, aproximadamente 95 % en moles o menos, aproximadamente 90 % en moles o menos, aproximadamente 85 % en moles o menos, o aproximadamente 80 % en moles o menos. Por tanto, el copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído aniónico puede comprender acrilamida en una concentración limitada por cualquiera de los dos puntos finales mencionados anteriormente. El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído aniónico puede comprender de aproximadamente 40 % en moles a aproximadamente 99 % en moles de acrilamida, por ejemplo, de aproximadamente 50 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 60 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 65 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 70 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 95 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 90 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 85 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 80 % en moles, de aproximadamente 80 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 85 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, o de aproximadamente 90 % en moles a aproximadamente 99 % en moles.

45 El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído aniónico puede comprender un monómero aniónico en cualquier concentración adecuada. El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído aniónico puede comprender aproximadamente 1 % en moles o más de monómero aniónico, por ejemplo, aproximadamente 5 % en moles o más, aproximadamente 10 % en moles o más, aproximadamente 15 % en moles o más, o aproximadamente 20 % en moles o más. Alternativamente, o además, el copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído aniónico puede comprender aproximadamente 60 % en moles o menos de monómero aniónico, por ejemplo, aproximadamente 50 % en moles o menos, aproximadamente 40 % en moles o menos, aproximadamente 30 % en moles o menos, o aproximadamente un 25 % en moles o menos. Por tanto, el copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído aniónico puede comprender un monómero aniónico en una concentración limitada por cualquiera de los dos puntos finales mencionados anteriormente. El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído aniónico puede comprender de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 60 % en moles de monómero aniónico, por ejemplo, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 50 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 40 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 30 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 5 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 10 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 15 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 20 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 20 % en moles, o de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 10 % en moles.

65 La unidad de monómero aniónico puede ser cualquier unidad de monómero aniónico adecuada. Por ejemplo, la unidad de monómero aniónico del copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído aniónico puede ser una o

más unidades de monómero derivadas de un monómero que se seleccionan de ácido (met)acrílico, ácido itacónico, ácido maleico, anhídrido maleico, las sales de estos y las combinaciones de estos. Como se usa en la presente descripción, "ácido (met)acrílico" se refiere a ácido metacrílico y/o ácido acrílico.

5 El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído puede ser un copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído anfótero (no de acuerdo con la invención). El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído anfótero puede ser cualquier copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído anfótero adecuado. El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído anfótero puede ser un copolímero modificado con dialdehído que comprende acrilamida, una o más unidades de monómero catiónico y una o más unidades de monómero aniónico.

10 El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído anfótero puede existir como cualquier copolímero adecuado. Por ejemplo, el copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído anfótero puede existir como un copolímero alterno, un copolímero aleatorio, un copolímero de bloques o un copolímero de injerto. El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído anfótero puede contener cualquier número adecuado de unidades de monómeros diferentes. Por ejemplo, el copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído anfótero puede contener 2 unidades de monómero diferentes, 3 unidades de monómero diferentes, 4 unidades de monómero diferentes, 5 unidades de monómero diferentes o 6 unidades de monómero diferentes. Por tanto, la acrilamida, las unidades de monómero catiónico y las unidades de monómero aniónico pueden ser cualquier número adecuado de diferentes unidades de monómero aniónico, monómero catiónico y acrilamida. El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído anfótero puede comprender acrilamida, unidades de monómero catiónico y unidades de monómero aniónico en cualquier concentración adecuada y en cualquier proporción adecuada.

15 El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído anfótero puede comprender acrilamida en cualquier concentración adecuada. El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído anfótero puede comprender aproximadamente 40 % en moles o más de acrilamida, por ejemplo, aproximadamente 50 % en moles o más, aproximadamente 60 % en moles o más, aproximadamente 65 % en moles o más, aproximadamente 70 % en moles o más, o aproximadamente 75 % en moles o más. Alternativamente, o además, el copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído anfótero puede comprender aproximadamente 99 % en moles o menos de acrilamida, por ejemplo, aproximadamente 95 % en moles o menos, aproximadamente 90 % en moles o menos, aproximadamente 85 % en moles o menos, o aproximadamente 80 % en moles o menos. Por tanto, el copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído anfótero puede comprender acrilamida en una concentración limitada por cualquiera de los dos puntos finales mencionados anteriormente. El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído anfótero puede comprender de aproximadamente 40 % en moles a aproximadamente 99 % en moles de acrilamida, por ejemplo, de aproximadamente 50 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 60 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 65 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 70 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 90 % en moles %, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 85 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 80 % en moles, de aproximadamente 80 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 85 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, o de aproximadamente 90 % en moles % en moles a aproximadamente 99 % en moles.

20 El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído anfótero puede comprender un monómero catiónico y un monómero aniónico en cualquier concentración sumada adecuada. El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído anfótero puede comprender aproximadamente 1 % moles o más de monómero catiónico y monómero aniónico, por ejemplo, aproximadamente 5 % moles o más, aproximadamente 10 % moles o más, aproximadamente 15 % moles o más, o aproximadamente 20 % moles o más. Alternativamente, o además, el copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído anfótero puede comprender aproximadamente 60 % en moles o menos de monómero catiónico y monómero aniónico, por ejemplo, aproximadamente 50 % en moles o menos, aproximadamente 40 % en moles o menos, aproximadamente 30 % en moles o menos, o aproximadamente un 25 % en moles o menos. Por tanto, el copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído anfótero puede comprender un monómero catiónico y un monómero aniónico en una concentración sumada delimitada por cualquiera de los dos puntos finales mencionados anteriormente. El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído anfótero puede comprender de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 60 % en moles de monómero aniónico, por ejemplo, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 50 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 40 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 30 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 5 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 10 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 15 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 20 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 20 % en moles, o de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 10 % en moles.

25 La unidad de monómero catiónico y la unidad de monómero aniónico pueden ser cualquier unidad de monómero catiónico y unidad de monómero aniónico adecuadas. Por ejemplo, la unidad de monómero catiónico y la unidad de

monómero aniónico del copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído anfótero pueden ser una o más unidades de monómero derivadas de un monómero que se selecciona de cloruro de dialildimetilamonio ("DADMAC"), *N*-(3-dimetilaminopropil)metacrilamida, *N*-(3-dimetilaminopropil)acrilamida, cloruro de trimetil-2-metacrilato de amonio, cloruro de trimetil-2-acrilato de amonio, cloruro de metilacrilato de dimetilbenzilamonio, cloruro de acrilato de dimetilbenzilamonio, cloruro de (3-acrilamidopropil)trimetilamonio, cloruro de (3-metacrilamidopropil)trimetilamonio, cloruro de (3-acrilamido-3-metilbutil)trimetilamonio, 2-vinilpiridina, metacrilato de 2-(dimetilamino)etilo, acrilato de 2-(dimetilamino)etilo, ácido (met)acrílico, ácido itacónico, ácido maleico, anhídrido maleico, las sales de estos, y las combinaciones de estos.

En una modalidad preferida, el copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído anfótero comprende acrilamida, cloruro de dialildimetilamonio ("DADMAC") y ácido (met)acrílico (no de acuerdo con la invención).

Como se usa en la presente descripción, "modificado con dialdehído" se refiere a un polímero (por ejemplo, un copolímero de poli(acrilamida)) que comprende unidades de monómeros que se han modificado con un compuesto químico que contiene dos aldehídos. Cualquier unidad de monómero adecuada puede modificarse con dialdehído. En una modalidad, por ejemplo, la acrilamida puede modificarse con dialdehído. El dialdehído puede ser cualquier compuesto químico adecuado con dos aldehídos. Por ejemplo, el dialdehído puede ser glicoxal, malondialdehído, dialdehído succínico o glutaraldehído. En una modalidad preferida, el dialdehído es glicoxal.

Generalmente, el copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído tiene un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 100 kDa a aproximadamente 10 000 kDa. El copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído puede tener un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 10 000 kDa o menos, por ejemplo, aproximadamente 8000 kDa o menos, aproximadamente 6000 kDa o menos, aproximadamente 4000 kDa o menos, aproximadamente 2000 kDa o menos, o aproximadamente 1000 kDa o menos. Alternativamente, o además, el copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído puede tener un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 100 kDa o más, por ejemplo, aproximadamente 200 kDa o más, aproximadamente 300 kDa o más, aproximadamente 400 kDa o más, aproximadamente 500 kDa o más, o aproximadamente de 750 kDa o más. Por tanto, el copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído puede tener un peso molecular promedio en peso limitado por cualquiera de los dos puntos finales mencionados anteriormente. Por ejemplo, el copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído puede tener un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 100 kDa a aproximadamente 1000 kDa, de aproximadamente 200 kDa a aproximadamente 1000 kDa, de aproximadamente 300 kDa a aproximadamente 1000 kDa, de aproximadamente 400 kDa a aproximadamente 1000 kDa, de aproximadamente 500 kDa a aproximadamente 1000 kDa, de aproximadamente 750 kDa a aproximadamente 1000 kDa, de aproximadamente 750 kDa a aproximadamente 2000 kDa, de aproximadamente 750 kDa a aproximadamente 4000 kDa, de aproximadamente 750 kDa a aproximadamente 6000 kDa, de aproximadamente 750 kDa a aproximadamente 8000 kDa, de aproximadamente 750 kDa a aproximadamente 10 000 kDa, de aproximadamente 200 kDa a aproximadamente 2000 kDa o de aproximadamente 500 kDa a aproximadamente 2000 kDa.

El peso molecular promedio en peso puede determinarse mediante el uso de cualquier técnica adecuada. Si bien se prevén técnicas alternativas, los valores de peso molecular promedio en peso descritos en la presente descripción se han determinado mediante el uso de la cromatografía de exclusión por tamaño equipada con una columna que se selecciona de TSKgel Guard, GMPW, GMPW, G1000PW y un detector de índice refractivo Waters 2414 (Waters Corporation, Milford, Massachusetts). Además, el peso molecular promedio en peso se ha determinado a partir de la calibración con patrones de óxido de polietileno/polietilenglicol con un intervalo desde 150-875 000 Dalton.

El agente de refuerzo comprende un copolímero de poli(acrilamida).

El copolímero de poli(acrilamida) puede ser un copolímero de poli(acrilamida) catiónico (no de acuerdo con la invención). El copolímero de poli(acrilamida) catiónico puede ser cualquier copolímero de poli(acrilamida) catiónico adecuado. En una modalidad, el copolímero de poli(acrilamida) catiónico es un copolímero que comprende acrilamida y una o más unidades de monómero catiónico.

El copolímero de poli(acrilamida) catiónico puede existir como cualquier copolímero adecuado. Por ejemplo, el copolímero de poli(acrilamida) catiónico puede existir como un copolímero alterno, un copolímero aleatorio, un copolímero de bloques o un copolímero de injerto. El copolímero de poli(acrilamida) catiónico puede contener cualquier número adecuado de diferentes unidades de monómero. Por ejemplo, el copolímero de poli(acrilamida) catiónico puede contener 2 unidades de monómero diferentes, 3 unidades de monómero diferentes, 4 unidades de monómero diferentes, 5 unidades de monómero diferentes o 6 unidades de monómero diferentes. Por tanto, las unidades de monómero catiónico y acrilamida pueden ser cualquier número adecuado de diferentes unidades de monómero catiónico y acrilamida. El copolímero de poli(acrilamida) catiónico puede comprender unidades de monómero catiónico y acrilamida en cualquier concentración adecuada y en cualquier proporción adecuada.

El copolímero de poli(acrilamida) catiónico puede comprender acrilamida en cualquier concentración adecuada. El copolímero de poli(acrilamida) catiónico puede comprender aproximadamente 40 % en moles o más de acrilamida, por ejemplo, aproximadamente 50 % en moles o más, aproximadamente 60 % en moles o más, aproximadamente

65 % en moles o más, aproximadamente 70 % en moles o más, o aproximadamente 75 % moles o más. Alternativamente, o además, el copolímero de poli(acrilamida) catiónico puede comprender aproximadamente 99 % en moles o menos de acrilamida, por ejemplo, aproximadamente 95 % en moles o menos, aproximadamente 90 % en moles o menos, aproximadamente 85 % en moles o menos, o aproximadamente 80 % en moles o menos. Por tanto, el copolímero de poli(acrilamida) catiónico puede comprender acrilamida en una concentración limitada por cualquiera de los dos puntos finales mencionados anteriormente. El copolímero de poli(acrilamida) catiónico puede comprender de aproximadamente 40 % en moles a aproximadamente 99 % en moles de acrilamida, por ejemplo, de aproximadamente 50 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 60 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 65 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 70 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 95 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 90 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 85 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 80 % en moles, de aproximadamente 80 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 85 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, o de aproximadamente 90 % en moles a aproximadamente 99 % en moles.

El copolímero de poli(acrilamida) catiónico puede comprender un monómero catiónico en cualquier concentración adecuada. El copolímero de poli(acrilamida) catiónico puede comprender aproximadamente 1 % en moles o más de monómero catiónico, por ejemplo, aproximadamente 5 % en moles o más, aproximadamente 10 % en moles o más, aproximadamente 15 % en moles o más, o aproximadamente 20 % en moles o más. Alternativamente, o además, el copolímero de poli(acrilamida) catiónico puede comprender aproximadamente 60 % en moles o menos de monómero catiónico, por ejemplo, aproximadamente 50 % en moles o menos, aproximadamente 40 % en moles o menos, aproximadamente 30 % en moles o menos, o aproximadamente 25 % en moles o menos. Por tanto, el copolímero de poli(acrilamida) catiónico puede comprender un monómero catiónico en una concentración limitada por cualquiera de los dos puntos finales mencionados anteriormente. El copolímero de poli(acrilamida) catiónico puede comprender de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 60 % en moles de monómero catiónico, por ejemplo, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 50 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 40 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 30 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 5 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 10 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 15 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 20 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 20 % en moles, o de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 10 % en moles.

La unidad de monómero catiónico del copolímero de poli(acrilamida) catiónico puede ser cualquier unidad de monómero catiónico adecuada. Por ejemplo, la unidad de monómero catiónico puede ser una o más unidades de monómero derivadas de un monómero que se selecciona de cloruro de dialildimetilamonio ("DADMAC"), N-(3-dimetilaminopropil)metacrilamida, N-(3-dimetilaminopropil)acrilamida, cloruro de trimetil-2-metacroloxietilamonio, cloruro de trimetil-2-acroloxietil amonio, cloruro de metilacroloxietildimetilbencilamonio, cloruro de acriloxietildimetilbencilamonio, cloruro de (3-acrilamidopropil)trimetilamonio, cloruro de (3-metacrilamidopropil)trimetilamonio, cloruro de (3-acrilamido-3-metilbutil)trimetilamonio, 2-vinilpiridina, metacrilato de 2-(dimetilamino)etilo, acrilato de 2-(dimetilamino)etilo, las sales de estos y las combinaciones de estos.

En una modalidad preferida, el copolímero de poli(acrilamida) catiónico comprende acrilamida y cloruro de dialildimetilamonio ("DADMAC") (no de acuerdo con la invención).

El copolímero de poli(acrilamida) puede ser un copolímero de poli(acrilamida) aniónico (no de acuerdo con la invención). El copolímero de poli(acrilamida) aniónico puede ser cualquier copolímero de poli(acrilamida) aniónico adecuado. El copolímero de poli(acrilamida) aniónico puede ser un copolímero que comprende acrilamida y una o más unidades de monómero aniónico.

El copolímero de poli(acrilamida) aniónico puede existir como cualquier copolímero adecuado. Por ejemplo, el copolímero de poli(acrilamida) aniónico puede existir como un copolímero alterno, un copolímero aleatorio, un copolímero de bloques o un copolímero de injerto. El copolímero de poli(acrilamida) aniónico puede contener cualquier número adecuado de unidades de monómeros diferentes. Por ejemplo, el copolímero de poli(acrilamida) aniónico puede contener 2 unidades de monómero diferentes, 3 unidades de monómero diferentes, 4 unidades de monómero diferentes, 5 unidades de monómero diferentes o 6 unidades de monómero diferentes. Por tanto, las unidades de monómero aniónico y acrilamida pueden ser cualquier número adecuado de diferentes unidades de monómero aniónico y acrilamida. El copolímero de poli(acrilamida) aniónico puede comprender unidades de monómero aniónico y acrilamida en cualquier concentración adecuada y en cualquier proporción adecuada.

El copolímero de poli(acrilamida) aniónico puede comprender acrilamida en cualquier concentración adecuada. El copolímero de poli(acrilamida) aniónico puede comprender aproximadamente 40 % en moles o más de acrilamida, por ejemplo, aproximadamente 50 % en moles o más, aproximadamente 60 % en moles o más, aproximadamente 65 % en moles o más, aproximadamente 70 % en moles o más, o aproximadamente 75 % en moles o más. Alternativamente, o además, el copolímero de poli(acrilamida) aniónico puede comprender aproximadamente 99 % en

moles o menos de acrilamida, por ejemplo, aproximadamente 95 % en moles o menos, aproximadamente 90 % en moles o menos, aproximadamente 85 % en moles o menos, aproximadamente 85 % en moles o menos, o aproximadamente 80 % en moles o menos. Por tanto, el copolímero de poliacrilamida aniónico puede comprender acrilamida en una concentración limitada por cualquiera de los dos puntos finales mencionados anteriormente. El copolímero de poliacrilamida aniónico puede comprender de aproximadamente 40 % en moles a aproximadamente 99 % en moles de acrilamida, por ejemplo, de aproximadamente 50 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 60 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 65 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 70 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 95 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 90 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 85 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 80 % en moles, de aproximadamente 80 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 85 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, o de aproximadamente 90 % en moles a aproximadamente 99 % en moles.

El copolímero de poliacrilamida aniónico puede comprender un monómero aniónico en cualquier concentración adecuada. El copolímero de poliacrilamida aniónico puede comprender aproximadamente 1 % en moles o más de monómero aniónico, por ejemplo, aproximadamente 5 % en moles o más, aproximadamente 10 % en moles o más, aproximadamente 15 % en moles o más, o aproximadamente 20 % en moles o más. Alternativamente, o además, el copolímero de poliacrilamida aniónico puede comprender aproximadamente 60 % en moles o menos de monómero aniónico, por ejemplo, aproximadamente 50 % en moles o menos, aproximadamente 40 % en moles o menos, aproximadamente 30 % en moles o menos, o aproximadamente 25 % en moles o menos. Por tanto, el copolímero de poliacrilamida aniónico puede comprender un monómero aniónico en una concentración limitada por cualquiera de los dos puntos finales mencionados anteriormente. El copolímero de poliacrilamida aniónico puede comprender de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 60 % en moles de monómero aniónico, por ejemplo, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 50 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 40 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente el 30 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 5 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 10 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 15 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 20 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 20 % en moles, o de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 10 % en moles.

La unidad de monómero aniónico puede ser cualquier unidad de monómero aniónico adecuada. Por ejemplo, la unidad de monómero aniónico del copolímero de poliacrilamida aniónico puede ser una o más unidades de monómero que se seleccionan de ácido (meta)acrílico, ácido itacónico, ácido maleico, anhídrido maleico y las sales de estos.

En una modalidad preferida, el copolímero de poliacrilamida aniónico comprende acrilamida y ácido (meta)acrílico (no de acuerdo con la invención).

El copolímero de poliacrilamida es un copolímero de poliacrilamida anfótero. El copolímero de poliacrilamida anfótero puede ser cualquier copolímero de poliacrilamida anfótero adecuado. En una modalidad, el copolímero de poliacrilamida anfótero es un copolímero que comprende acrilamida, una o más unidades de monómero catiónico y una o más unidades de monómero aniónico.

El copolímero de poliacrilamida anfótero puede existir como cualquier copolímero adecuado. Por ejemplo, el copolímero de poliacrilamida anfótero puede existir como un copolímero alterno, un copolímero aleatorio, un copolímero de bloques o un copolímero de injerto. El copolímero de poliacrilamida anfótero puede contener cualquier número adecuado de unidades de monómeros diferentes. Por ejemplo, el copolímero de poliacrilamida anfótero puede contener 2 unidades de monómero diferentes, 3 unidades de monómero diferentes, 4 unidades de monómero diferentes, 5 unidades de monómero diferentes o 6 unidades de monómero diferentes. Por tanto, la acrilamida, las unidades de monómero catiónico y las unidades de monómero aniónico pueden ser cualquier número adecuado de diferentes unidades de monómero catiónico de acrilamida y unidades de monómero aniónico. El copolímero de poliacrilamida anfótero puede comprender acrilamida, unidades de monómero catiónico y unidades de monómero aniónico en cualquier concentración adecuada y en cualquier proporción adecuada.

El copolímero de poliacrilamida anfótero puede comprender acrilamida en cualquier concentración adecuada. El copolímero de poliacrilamida anfótero puede comprender aproximadamente 40 % en moles o más de acrilamida, por ejemplo, aproximadamente 50 % en moles o más, aproximadamente 60 % en moles o más, aproximadamente 65 % en moles o más, aproximadamente 70 % en moles o más, o aproximadamente 75 % moles o más. Alternativamente, o además, el copolímero de poliacrilamida anfótero puede comprender aproximadamente 99 % en moles o menos de acrilamida, por ejemplo, aproximadamente 95 % en moles o menos, aproximadamente 90 % en moles o menos, aproximadamente 85 % en moles o menos, o aproximadamente 80 % en moles o menos. Por tanto, el copolímero de poliacrilamida anfótero puede comprender acrilamida en una concentración limitada por cualquiera de los dos puntos finales mencionados anteriormente. El copolímero de poliacrilamida anfótero puede comprender de

aproximadamente 40 % en moles a aproximadamente 99 % en moles de acrilamida, por ejemplo, de aproximadamente 50 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 60 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 65 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 70 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 95 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 90 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 85 % en moles, de aproximadamente 75 % en moles a aproximadamente 80 % en moles, de aproximadamente 80 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, de aproximadamente 85 % en moles a aproximadamente 99 % en moles, o de aproximadamente 90 % en moles a aproximadamente 99 % en moles.

El copolímero de poliacrilamida anfótero puede comprender un monómero catiónico y un monómero aniónico en cualquier concentración sumada adecuada. El copolímero anfótero de poliacrilamida puede comprender aproximadamente 1 % en moles o más de monómero catiónico y monómero aniónico, por ejemplo, aproximadamente 5 % en moles o más, aproximadamente 10 % en moles o más, aproximadamente 15 % en moles o más, o aproximadamente 20 % en moles o más. Alternativamente, o además, el copolímero de poliacrilamida anfótero puede comprender aproximadamente 60 % en moles o menos de monómero catiónico y monómero aniónico, por ejemplo, aproximadamente 50 % en moles o menos, aproximadamente 40 % en moles o menos, aproximadamente 30 % en moles o menos, o aproximadamente un 25 % en moles o menos. Por tanto, el copolímero de poliacrilamida anfótero puede comprender un monómero catiónico y un monómero aniónico en una concentración sumada delimitada por cualquiera de los dos puntos finales mencionados anteriormente. El copolímero de poliacrilamida anfótero puede comprender de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 60 % en moles de monómero aniónico, por ejemplo, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 50 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 40 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente el 30 % en moles, de aproximadamente el 1 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 5 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 10 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 15 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 20 % en moles a aproximadamente 25 % en moles, de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 20 % en moles, o de aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 10 % en moles.

La unidad de monómero catiónico y la unidad de monómero aniónico pueden ser cualquier unidad de monómero catiónico y unidad de monómero aniónico adecuadas. Por ejemplo, la unidad de monómero catiónico y la unidad de monómero aniónico del copolímero de poliacrilamida anfótero pueden ser una o más unidades de monómero derivadas de un monómero que se selecciona de cloruro de dialildimetilamonio ("DADMAC"), *N*-(3-dimetilaminopropil)metacrilamida, *N*-(3-dimetilaminopropil)acrilamida, cloruro de trimetil-2-metacroloxietilamonio, cloruro de trimetil-2-acroloxietilamonio, cloruro de metilacriloxietildimetilbencilamonio, cloruro de acriloxietildimetilbencilamonio, cloruro de (3-acrilamidopropil)trimetilamonio, cloruro de (3-metacrilamidopropil)trimetilamonio, cloruro de (3-acrilamido-3-metilbutil)trimetilamonio, 2-vinilpiridina, metacrilato de 2-(dimetilamino)etilo, acrilato de 2-(dimetilamino)etilo, ácido (meta)acrílico, ácido itacónico, ácido maleico, anhídrido maleico, las sales de estos y las combinaciones de estos.

En una modalidad preferida, el copolímero de poliacrilamida anfótero comprende acrilamida, cloruro de dialildimetilamonio ("DADMAC") y ácido (meta)acrílico.

El copolímero de poliacrilamida tiene un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 100 kDa a aproximadamente 10 000 kDa. El copolímero de poliacrilamida puede tener un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 10 000 kDa o menos, por ejemplo, aproximadamente 7500 kDa o menos, aproximadamente 5000 kDa o menos, aproximadamente 4000 kDa o menos, aproximadamente 2000 kDa o menos, o aproximadamente 1000 kDa o menos. Alternativamente, o además, el copolímero de poliacrilamida puede tener un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 100 kDa o más, por ejemplo, aproximadamente 200 kDa o más, aproximadamente 300 kDa o más, aproximadamente 400 kDa o más, aproximadamente 500 kDa o más, o aproximadamente 750 kDa o más. Por tanto, el copolímero de poliacrilamida puede tener un peso molecular promedio en peso limitado por cualquiera de los dos puntos finales mencionados anteriormente. Por ejemplo, el copolímero de poliacrilamida puede tener un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 100 kDa a aproximadamente 1000 kDa, de aproximadamente 200 kDa a aproximadamente 1000 kDa, de aproximadamente 300 kDa a aproximadamente 1000 kDa, de aproximadamente 400 kDa a aproximadamente 1000 kDa, de aproximadamente 500 kDa a aproximadamente 1000 kDa, de aproximadamente 750 kDa a aproximadamente 1000 kDa, de aproximadamente 1000 kDa a aproximadamente 2000 kDa, de aproximadamente 1000 kDa a aproximadamente 750 kDa a aproximadamente 1000 kDa, de aproximadamente 2000 kDa a aproximadamente 750 kDa a aproximadamente 1000 kDa, de aproximadamente 4000 kDa, de aproximadamente 750 kDa a aproximadamente 5000 kDa, de aproximadamente 750 kDa a aproximadamente 7500 kDa, de aproximadamente 750 kDa a aproximadamente 10 000 kDa, de aproximadamente 200 kDa a aproximadamente 2000, o de aproximadamente 500 kDa a aproximadamente 5000 kDa.

De acuerdo con la invención, el agente de refuerzo comprende un copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído catiónico y un copolímero de poliacrilamida anfótero. El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído catiónico y el copolímero de poliacrilamida anfótero se describen en la presente descripción. El agente de refuerzo comprende el copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído catiónico y el copolímero de

poliacrilamida anfótero en una relación molar de aproximadamente 40:60 a aproximadamente 60:40, por ejemplo, aproximadamente 50:50.

5 En una modalidad preferida, el copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído catiónico comprende acrilamida y cloruro de dialildimetilamonio ("DADMAC"). En una modalidad preferida, el copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído catiónico comprende 8 % en moles o más de monómero DADMAC, por ejemplo, aproximadamente 9 % en moles o más, aproximadamente 10 % en moles o más, o aproximadamente 11 % en moles o más. Alternativamente, o además, el copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído catiónico puede comprender aproximadamente 16 % en moles o menos de monómero DADMAC, por ejemplo, 10 aproximadamente 15 % en moles o menos, aproximadamente 14 % en moles o menos, o aproximadamente 13 % en moles o menos. Por tanto, el copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído catiónico puede comprender un monómero catiónico en una concentración limitada por cualquiera de los dos puntos finales mencionados anteriormente. El copolímero de poliacrilamida modificado con dialdehído catiónico puede comprender de 15 aproximadamente 1 % en moles a aproximadamente 60 % en moles de monómero catiónico, por ejemplo, de aproximadamente 8 % en moles a aproximadamente 16 % en moles, de aproximadamente 8 % en moles a aproximadamente 15 % en moles, de aproximadamente 8 % en moles a aproximadamente 14 % en moles, de aproximadamente 8 % en moles a aproximadamente 13 % en moles, de aproximadamente 9 % en moles a aproximadamente 13 % en moles, de aproximadamente 9 % en moles a aproximadamente 13 % en moles, de aproximadamente 10 % en moles a aproximadamente 13 % en moles, de aproximadamente 8 % en moles a 20 aproximadamente 16 % en moles, o de aproximadamente 11 % en moles a aproximadamente 13 % en moles, por ejemplo, aproximadamente 12 % en moles.

25 En una modalidad preferida, la poliacrilamida anfótera comprende acrilamida, cloruro de dialildimetilamonio ("DADMAC") y ácido (meta)acrílico. En una modalidad preferida, el copolímero de poliacrilamida anfótero comprende además más unidades de monómero catiónico que unidades de monómero aniónico, por ejemplo, más unidades de monómero DADMAC que unidades de monómero de ácido (meta)acrílico.

30 El método para mejorar las propiedades de resistencia del papel comprende tratar una hoja de papel a cualquier pH adecuado. Generalmente, el tratamiento general (por ejemplo, sal de polialuminio y agente de refuerzo) puede tener un pH de aproximadamente 6 o más, por ejemplo, aproximadamente 6,5 o más, aproximadamente 7 o más, aproximadamente 7,5 o más, aproximadamente 8 o más, o aproximadamente 8,5 o más. Alternativamente, o además, el tratamiento puede tener un pH de aproximadamente 11 o menos, por ejemplo, aproximadamente 10,5 o menos, aproximadamente 10 o menos, aproximadamente 9,5 o menos, o aproximadamente 9 o menos. Por tanto, el 35 tratamiento puede tener un pH limitado por cualquiera de los dos puntos finales mencionados anteriormente. Por ejemplo, el tratamiento puede tener un pH de aproximadamente 6 a aproximadamente 9, por ejemplo, de aproximadamente 6,5 a aproximadamente 9, de aproximadamente 7 a aproximadamente 9, de aproximadamente 7,5 a aproximadamente 9, de aproximadamente 8 a aproximadamente 9, de aproximadamente 8,5 a aproximadamente 9, de aproximadamente 8,5 a aproximadamente 11, de aproximadamente 8,5 a aproximadamente 10,5, de aproximadamente 8,5 a aproximadamente 10, de aproximadamente 8,5 a aproximadamente 9,5, de 40 aproximadamente 8,5 a aproximadamente 9, de aproximadamente 6 a aproximadamente 11, de aproximadamente 7 a aproximadamente 10, o aproximadamente 8.

45 Generalmente, el método para mejorar las propiedades de resistencia del papel comprende tratar un precursor de la hoja de papel. Como se usa en la presente descripción, "precursor de la hoja de papel" se refiere a cualquier elemento o componente de fabricación de papel usado antes de la formación de la hoja de papel. En algunas modalidades, la sal de polialuminio y el agente de refuerzo se añaden a la sección de preparación de la pasta de papel de la máquina de papel (por ejemplo, antes del extremo húmedo). Por ejemplo, la sal de polialuminio y el agente de refuerzo se añaden a un proceso de fabricación de papel que implica pulpa virgen, pulpa reciclada o una combinación de estas en uno o más de varios lugares durante el proceso de fabricación de papel. En determinadas 50 modalidades, la sal de polialuminio y el agente de refuerzo pueden añadirse a la suspensión de pulpa en un despulpador, cámara de latencia, cámara refinadora de rechazo, filtro de disco o alimentación Decker o aceptar, sistema de aguas rápidas, cámaras de almacenamiento de pulpa (ya sea de baja densidad ("LD"), consistencia media ("MC") o consistencia alta ("HC")), cámara de mezcla, cámara de máquina, caja de entrada, cámara para guardar todo, sistema de aguas rápidas de la máquina de papel o las combinaciones de estos. En determinadas 55 modalidades, la sal de polialuminio y el agente de refuerzo se añaden a la suspensión de pulpa corriente arriba de una caja de entrada de un proceso de fabricación de papel. En determinadas modalidades, la sal de polialuminio y el agente de refuerzo se añaden a la suspensión de pulpa corriente arriba de una cámara de mezcla de un proceso de fabricación de papel. En algunas modalidades, la sal de polialuminio y el agente de refuerzo se añaden a la máquina de papel en el extremo húmedo del proceso de fabricación de papel.

60 En algunas modalidades, la suspensión de pulpa comprende fibras recicladas. En determinadas modalidades, las fibras recicladas pueden obtenerse a partir de una variedad de productos de papel o productos que contienen fibra, tales como cartón, papel de periódico, calidades de impresión, productos de papel sanitario u otros. En algunas modalidades, estos productos pueden comprender, por ejemplo, contenedores corrugados viejos ("OCC"), papel de 65 periódico viejo ("ONP"), desechos de oficina mixtos ("MOW"), revistas, libros o una combinación de estos. En algunas modalidades, la suspensión de pulpa comprende fibras vírgenes. En modalidades que comprenden fibras

vírgenes, la pulpa puede derivarse de madera blanda, madera dura o las mezclas de estas. En determinadas modalidades, la pulpa virgen puede incluir Kraft blanqueado o sin blanquear, pulpa al sulfito u otras pulpas químicas, y madera molida ("GW") u otras pulpas mecánicas tales como, por ejemplo, pulpa termomecánica ("TMP").

5 El método para mejorar las propiedades de resistencia del papel comprende tratar un precursor de la hoja de papel con una sal de polialuminio y un agente de refuerzo. El suministro de la sal de polialuminio y el agente de refuerzo al precursor de la hoja de papel puede ocurrir en cualquier orden adecuado. Por ejemplo, la sal de polialuminio y el agente de refuerzo pueden combinarse (es decir, premezclar) antes de suministrarse al precursor de la hoja de papel, de modo que se añada una única mezcla al precursor de la hoja de papel en lugar de dos sustancias separadas. Alternativamente, la sal de polialuminio y el agente de refuerzo pueden suministrarse individualmente al precursor de la hoja de papel. Por ejemplo, el tratamiento puede comprender suministrar la sal de polialuminio y luego suministrar el agente de refuerzo, o suministrar el agente de refuerzo y luego suministrar la sal de polialuminio, o la sal de polialuminio y el agente de refuerzo pueden suministrarse simultáneamente al precursor de la hoja de papel.

15 La sal de polialuminio y el agente de refuerzo pueden añadirse a un precursor de la hoja de papel en cualquier forma adecuada. Por ejemplo, la sal de polialuminio y el agente de refuerzo pueden añadirse al precursor de la hoja de papel como una solución, suspensión, sólido, polvo o gel. En algunas modalidades, la sal de polialuminio y el agente de refuerzo se añaden al precursor de la hoja de papel como una solución. En determinadas modalidades, la sal de polialuminio y el agente de refuerzo se añaden al precursor de la hoja de papel como una solución en agua. La solución puede prepararse en cualquier agua adecuada a cualquier concentración adecuada.

25 El método para mejorar las propiedades de resistencia del papel puede mejorar cualquier propiedad de resistencia del papel adecuada. Por ejemplo, el tratamiento de acuerdo con los métodos descritos en la presente descripción puede, por ejemplo, permitir un mayor contenido de cenizas en el papel acabado, aumentar las propiedades de resistencia del papel acabado, aumentar la retención durante el proceso de fabricación de papel y mejorar la eficiencia de deshidratación durante el proceso de fabricación de papel.

30 Los siguientes ejemplos ilustran adicionalmente la invención, pero no deben interpretarse como limitantes de su alcance de ninguna manera.

EJEMPLO 1

35 Este ejemplo demuestra el efecto sobre la adhesión Scott y el contenido de cenizas de los métodos proporcionados en la presente descripción, como se muestra por el tratamiento con un agente de refuerzo y una sal de polialuminio (en este caso, cloruro de polialuminio) en comparación con el tratamiento con una composición de auxiliar de refuerzo del papel que comprende un agente de refuerzo sin sal de polialuminio (control).

40 Se obtuvo una pasta espesa, que contenía una materia prima premezclada de pulpa mecánica, pulpa kraft blanqueada en hojas (LBKP), quebrada y aguas rápidas de una fábrica de papel. Durante la preparación de la hoja de prueba, el agente de refuerzo se dosificó a 7,5 kg/tonelada y 15 kg/tonelada de fibras secas. El agente de refuerzo comprendía además auxiliares de retención de polímero acrílico Nalco 61610 (una poliacrilamida de látex) y Nalco 62101 (una poliacrilamida de látex), y un copolímero complejo al 5 % en peso. El agente de refuerzo consistía en una mezcla 50:50 de auxiliar de refuerzo de poliacrilamida modificada con dialdehído catiónico (Nalco 63660; aproximadamente 12 % en moles catiónico) y auxiliar de refuerzo de poliacrilamida anfótero (Nalco 63600; anfótero con catiónico mayor que aniónico). La densidad de carga de las partículas se mantuvo a 2100 $\mu\text{eq/l}$ (control). Para las muestras de prueba, el agente de refuerzo se dosificó adicionalmente con un 10 % en peso (en función a la solución de agente de refuerzo) de cloruro de polialuminio (Nalco 61222), y los resultados se muestran en la Figura 1.

50 Como es evidente a partir de los resultados expuestos en la Figura 1, los auxiliares de refuerzo del papel que comprenden un agente de refuerzo y una sal de polialuminio superaron al auxiliar de refuerzo del papel de control sin una sal de polialuminio en la adhesión Scott y el contenido de cenizas. Las tendencias fueron consistentes en dosis de 7,5 kg/tonelada y 15 kg/tonelada.

EJEMPLO 2

60 Este ejemplo demuestra el efecto sobre la turbidez y la eficiencia de deshidratación, exhibido por una composición de auxiliar de refuerzo del papel que comprende un agente de refuerzo y una sal de polialuminio (en este caso, cloruro de polialuminio) y una composición de auxiliar de refuerzo del papel que comprende un agente de refuerzo sin una sal de polialuminio (control).

El procedimiento de tratamiento y los auxiliares de refuerzo del papel usados en este ejemplo son los que se exponen en el Ejemplo 1, y los resultados del Ejemplo 2 se muestran en la Figura 2.

65

Como es evidente a partir de los resultados expuestos en la Figura 2, los auxiliares de refuerzo del papel que comprenden un agente de refuerzo y una sal de polialuminio superaron al auxiliar de refuerzo del papel de control sin una sal de polialuminio en la turbidez y la eficiencia de deshidratación. Las tendencias fueron consistentes en dosis de 7,5 kg/tonelada y 15 kg/tonelada.

5

EJEMPLO 3

Este ejemplo demuestra el efecto sobre la adhesión Scott y el contenido de cenizas, exhibido por una composición de auxiliar de refuerzo del papel que comprende un agente de refuerzo con una sal de polialuminio (en este caso, cloruro de polialuminio) y una composición de auxiliar de refuerzo del papel que comprende un agente de refuerzo sin sal de polialuminio (control), en donde se añadió carbonato cálcico molido ("GCC") a la materia prima antes del tratamiento con un auxiliar de refuerzo del papel.

10

La pasta espesa, las aguas rápidas, el procedimiento de tratamiento y los auxiliares de refuerzo del papel usados en este ejemplo son los que se exponen en el Ejemplo 1. Sin embargo, se añadió 5 % en peso de carbonato de calcio molido a la pasta espesa y al agua rápida antes del tratamiento con los auxiliares de refuerzo del papel y los resultados se muestran en la Figura 3.

15

Como es evidente a partir de los resultados expuestos en la Figura 3, los auxiliares de refuerzo del papel que comprenden un agente de refuerzo, carbonato de calcio molido y una sal de polialuminio superaron al auxiliar de refuerzo del papel de control sin una sal de polialuminio en la adhesión Scott y el contenido de cenizas. Además, el contenido de cenizas y la adhesión Scott se mejoran enormemente para los auxiliares de refuerzo del papel que comprenden además carbonato de calcio molido. Las tendencias fueron consistentes en dosis de 7,5 kg/tonelada y 15 kg/tonelada.

20

25

EJEMPLO 4

Este ejemplo demuestra el efecto sobre la adhesión Scott, exhibido por los auxiliares de refuerzo del papel que comprenden un agente de refuerzo con una serie de contenido variable de sal de polialuminio (en este caso, cloruro de polialuminio).

30

Se obtuvo una pasta espesa, que contenía una materia prima premezclada de pulpa mecánica, pulpa kraft blanqueada en hojas (LBKP), quebrada y aguas rápidas de una fábrica de papel. Durante la preparación de la hoja de prueba, el auxiliar de refuerzo del papel se dosificó a 7,5 kg/tonelada y 15kg/tonelada. El auxiliar de refuerzo del papel comprendía auxiliares de retención de polímero acrílico Nalco 61610 (una poliacrilamida de látex) y Nalco 62101 (una poliacrilamida de látex), y un copolímero complejo al 5 % en peso. El copolímero complejo consistía en una mezcla 50:50 de auxiliar de refuerzo de poliacrilamida modificado con dialdehído catiónico (Nalco 63660; aproximadamente 12 % en moles catiónico) y auxiliar de refuerzo de poliacrilamida anfótero (Nalco 63600; anfótero con catiónico mayor que aniónico). La densidad de carga de partículas ("PCD") de la materia prima tratada se mantuvo a 1450 µeq/l, 1150 µeq/l y 770 µeq/l, mediante el uso de cantidades crecientes de cloruro de polialuminio (Nalco 61222) respectivamente. Los resultados se muestran en la Figura 4.

35

40

Como se demuestra por los resultados expuestos en la Figura 4, la adhesión Scott aumentó a medida que disminuyó la densidad de carga de partículas ("PCD"), es decir, aumentó la concentración de cloruro de polialuminio.

45

EJEMPLO 5

Este ejemplo demuestra el efecto sobre el contenido de cenizas que presentan los auxiliares de refuerzo del papel que comprenden un agente de refuerzo con una serie de contenido variable de sal de polialuminio (en este caso, cloruro de polialuminio).

50

El procedimiento de tratamiento y los auxiliares de refuerzo del papel usados en este ejemplo son los que se exponen en el Ejemplo 4, y los resultados se muestran en la Figura 5.

55

Como se demuestra por los resultados expuestos en la Figura 5, el contenido de cenizas aumentó a medida que disminuyó la densidad de carga de partículas ("PCD"), es decir, aumentó la concentración de cloruro de polialuminio.

El uso de los términos "un" y "una" y "el" y "al menos uno" y referentes similares en el contexto de la descripción de la invención (especialmente en el contexto de las siguientes reivindicaciones) debe interpretarse para cubrir tanto el singular como el plural, a menos que se indique de cualquier otra manera en la presente descripción o que el contexto lo contradiga claramente. El uso del término "al menos uno" seguido de una lista de uno o más elementos (por ejemplo, "al menos uno de A y B") debe interpretarse como un elemento que se selecciona de los elementos enumerados (A o B) o cualquier combinación de dos o más de los elementos enumerados (A y B), a menos que se indique de cualquier otra manera en la presente descripción o que el contexto lo contradiga claramente. Los términos "que comprende", "que tiene", "que incluye" y "que contiene" deben interpretarse como términos abiertos (es decir, que significa "que incluye, pero no se limita a") a menos que se indique de cualquier otra manera.

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un método para mejorar las propiedades de resistencia del papel, que comprende tratar un precursor de la hoja de papel con una sal de polialuminio; y un agente de refuerzo, en donde el agente de refuerzo comprende un copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído y un copolímero de poli(acrilamida) en una relación molar de 40:60 a 60:40, en donde el copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído es un copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico, y en donde el copolímero de poli(acrilamida) es un copolímero de poli(acrilamida) anfótero.
2. El método de la reivindicación 1, en donde el copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico comprende acrilamida y una o más unidades de monómero derivadas de un monómero que se selecciona de cloruro de dialildimetilamonio ("DADMAC"), *N*-(3-dimetilaminopropil)metacrilamida, *N*-(3-dimetilaminopropil)acrilamida, cloruro de trimetil-2-metacriloxietilamonio, cloruro de trimetil-2-acriloxietilamonio, cloruro de metilacriloxietildimetilbencilamonio, cloruro de acriloxietildimetilbencilamonio, cloruro de (3-acrilamidopropil)trimetilamonio, cloruro de (3-metacrilamidopropil)trimetilamonio, cloruro de (3-acrilamido-3-metilbutil)trimetilamonio, 2-vinilpiridina, metacrilato de 2-(dimetilamino)etilo, acrilato de 2-(dimetilamino)etilo, las sales de estos y las combinaciones de estos, o en donde el copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico comprende acrilamida y cloruro de dialildimetilamonio ("DADMAC").
3. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en donde el copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído se ha modificado con un dialdehído que se selecciona de glioxal, malondialdehído, dialdehído succínico y glutaraldehído, preferentemente en donde el dialdehído es glioxal.
4. El método de la reivindicación 1, en donde el copolímero de poli(acrilamida) anfótero comprende acrilamida y una o más unidades de monómero derivadas de un monómero que se selecciona de cloruro de dialildimetilamonio ("DADMAC"), *N*-(3-dimetilaminopropil)metacrilamida, *N*-(3-dimetilaminopropil)acrilamida, cloruro de trimetil-2-metacriloxietilamonio, cloruro de trimetil-2-acriloxietilamonio, cloruro de metilacriloxietildimetilbencilamonio, cloruro de acriloxietildimetilbencilamonio, cloruro de (3-acrilamidopropil)trimetilamonio, cloruro de (3-metacrilamidopropil)trimetilamonio, cloruro de (3-acrilamido-3-metilbutil)trimetilamonio, 2-vinilpiridina, metacrilato de 2-(dimetilamino)etilo, acrilato de 2-(dimetilamino)etilo, ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido itacónico, ácido maleico, anhídrido maleico, las sales de estos y las combinaciones de estos, o en donde el copolímero de poli(acrilamida) anfótero comprende acrilamida, cloruro de dialildimetilamonio ("DADMAC") y ácido (meta)acrílico.
5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde el copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído tiene un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 100 kDa a aproximadamente 10 000 kDa.
6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde el copolímero de poli(acrilamida) tiene un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 100 kDa a aproximadamente 10 000 kDa.
7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde la sal de polialuminio se selecciona de cloruro de polialuminio, sulfato de polialuminio, sulfato de potasio y aluminio, sulfato de potasio y aluminio hidratado, sulfato de aluminio y las combinaciones de estos, preferentemente en donde la sal de polialuminio es cloruro de polialuminio.
8. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde la basicidad de la sal de polialuminio es de aproximadamente 40 % a aproximadamente 83 %.
9. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde la sal de polialuminio y el agente de refuerzo se combinan antes de suministrarse al precursor de la hoja de papel.
10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde la sal de polialuminio y el agente de refuerzo se suministran individualmente al precursor de la hoja de papel, o en donde la sal de polialuminio y el agente de refuerzo se suministran simultáneamente al precursor de la hoja de papel.
11. Uso de una sal de polialuminio y un agente de refuerzo para mejorar las propiedades de resistencia del papel, en donde el agente de refuerzo comprende un copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído y un copolímero de poli(acrilamida) en una relación molar de 40:60 a 60:40, en donde la poli(acrilamida) modificada con dialdehído es un copolímero de poli(acrilamida) modificado con dialdehído catiónico, y en donde el copolímero de poli(acrilamida) es un copolímero de poli(acrilamida) anfótero.

Figura 1

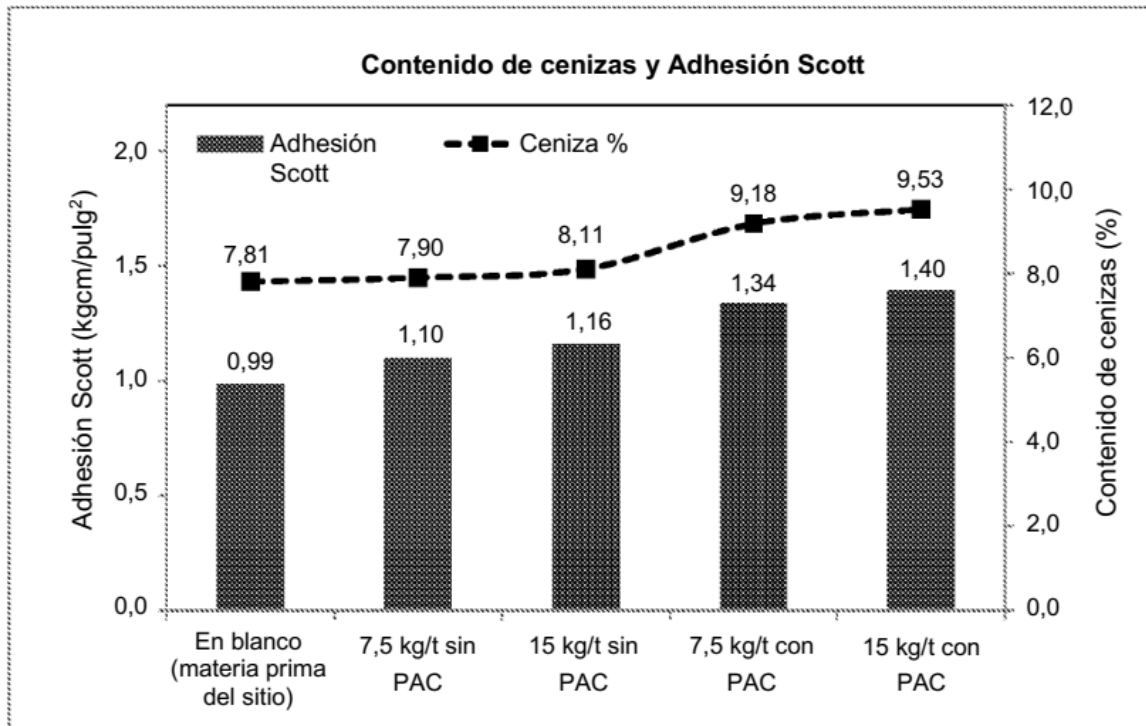


Figura 2

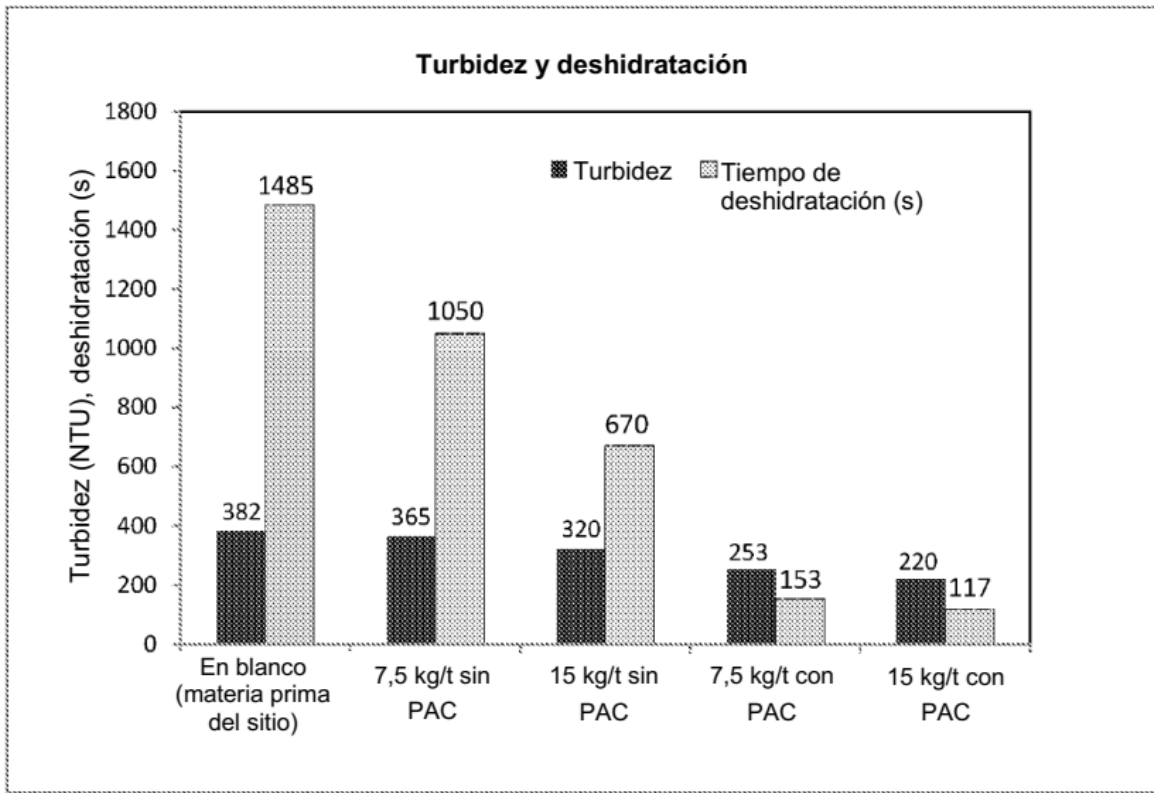


Figura 3

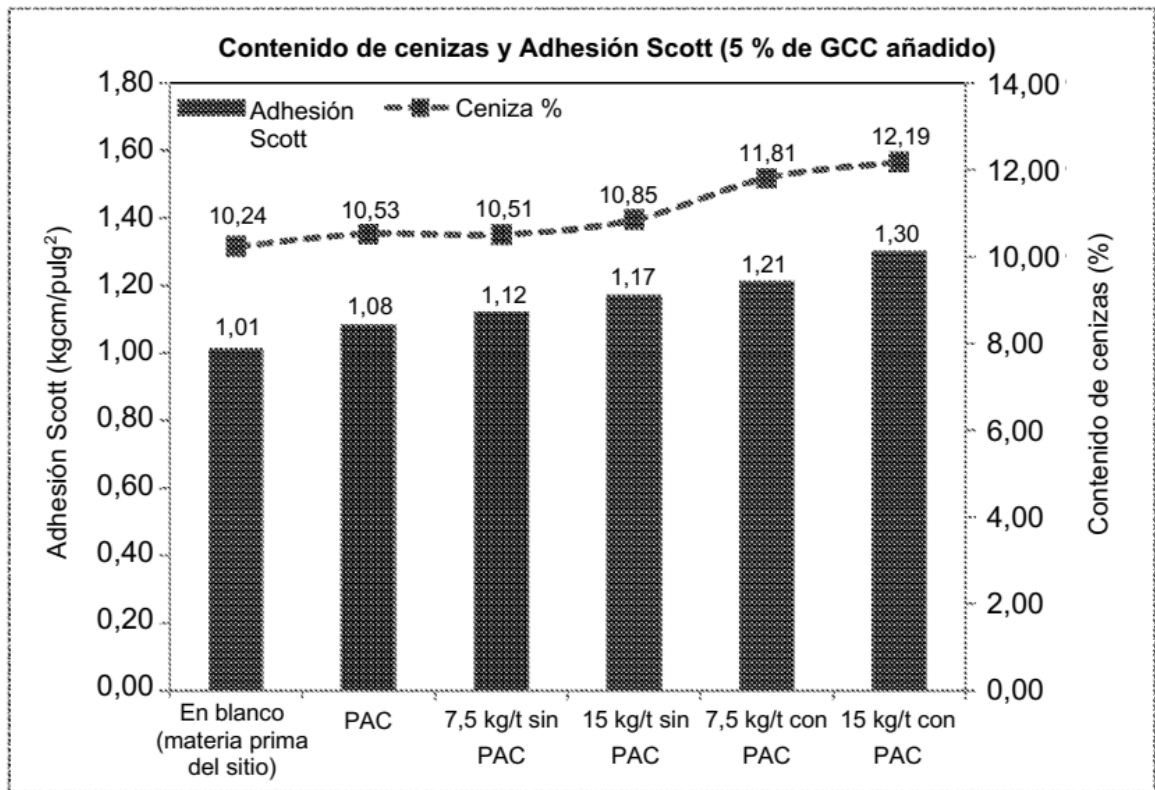


Figura 4

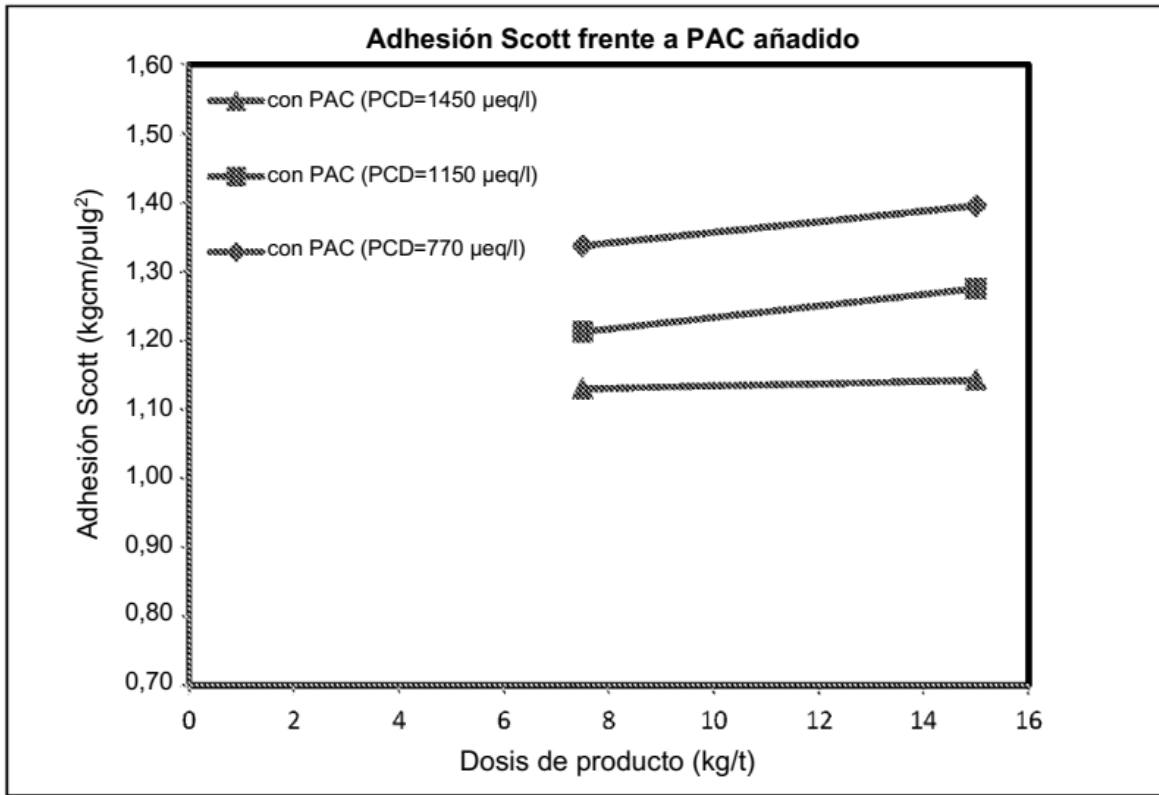


Figura 5

