

Composición para uso como agente intensificador de la resistencia del papel

Memoria descriptiva

Campo del arte

La presente divulgación se relaciona con la producción de papel y, específicamente, con una composición adecuada para su uso en el aumento de la resistencia en seco y/o húmedo de un producto de papel.

Antecedentes

En la industria de fabricación de papel, persiste el interés por desarrollar formas alternativas de aumentar la resistencia en húmedo de los productos de papel. La importancia comercial permanente de los productos de papel, como portadores de cartón, pañuelos desechables y toallas de papel, impulsa la búsqueda de composiciones y métodos mejorados para aumentar la resistencia en húmedo de los productos de papel.

Con frecuencia, se usan resinas de poliamidoamida-epiclorohidrina (PAE) como agentes intensificadores permanentes de la resistencia en húmedo del papel para la fabricación de distintos gramajes de papel con resistencia en húmedo. Normalmente, los gramajes de

toalla desechable con resistencia en húmedo requieren altas dosis de resina de PAE para lograr las especificaciones requeridas de resistencia a la tracción en húmedo. La cantidad de resina de PAE que pueden adsorber las fibras de celulosa está limitada por la densidad de carga aniónica de las fibras. Si no se controla correctamente, las resinas intensificadoras de la resistencia en húmedo que no quedan retenidas se acumulan en el sistema de agua blanca, afectando el desagüe de la máquina y produciendo saturación de los alambres y el fieltro, roturas y perforaciones de la hoja y mayor uso de desespumante. Para evitar estos efectos no deseados, a menudo la carga del sistema se equilibra con sustancias químicas aniónicas, como carboximetilcelulosa (CMC) y/o resinas aniónicas sintéticas.

La carboximetilcelulosa (CMC) se usa frecuentemente en la producción de toalla desechable con resistencia en húmedo. La carboximetilcelulosa seca, ya sea en polvo o en gránulos, es razonablemente económica. Esta presentación requiere un sistema de producción descendente que permita diluirla antes de su uso. La carboximetilcelulosa tiende a fomentar la proliferación biológica. Otro inconveniente de la carboximetilcelulosa puede ser un menor desagüe de la suspensión de fibras. Tanto la carboximetilcelulosa adsorbida en la superficie de las fibras como la carboximetilcelulosa en fase líquida provocan la desfloculación de la suspensión de fibras y un aumento de la

resistencia a la filtración. De este modo, el uso de carboximetilcelulosa puede aumentar la demanda de medios de retención en máquinas de fabricación de papel.

Las resinas sintéticas intensificadoras de la resistencia en seco a menudo se basan en la polimerización de monómeros de acrilamida y ácido acrílico. Los copolímeros de acrilamida y ácido acrílico se pueden fabricar en un amplio rango de peso molecular y carga aniónica. Por ejemplo, estos polímeros están disponibles como soluciones con sólidos de polímeros activos de 18 a 25 %. Los rangos de peso molecular de polímero en solución son limitados, generalmente menores que 500.000 dáltones, debido a que la viscosidad volumétrica debe ser lo suficientemente baja para que el producto se pueda bombear.

Normalmente, los productos de polvo seco de poliacrilamida tienen un peso molecular (MW) en el rango de 10 a 15 millones de dáltones. Son económicos y se pueden despachar fácilmente a clientes en áreas remotas o en el extranjero. Se utilizan frecuentemente en el tratamiento de agua residual municipal e industrial.

Sin embargo, el uso de productos de polvo seco de poliacrilamida en la producción de papel no es tan simple. Los productos de polvo seco no se pueden usar como agentes intensificadores de la resistencia en seco del papel debido a que tienen un efecto

negativo de floculación excesiva de la hoja debido al peso molecular extremadamente alto de estos polímeros secos.

Normalmente, los productos de poliacrilamida usados como agentes intensificadores de la resistencia en seco tienen un peso molecular en el rango de 300.000 a 500.000 dáltones. Los agentes convencionales intensificadores de la resistencia en seco que comprenden poliacrilamidas se presentan como soluciones acuosas que se pueden diluir con equipo no especializado. Comúnmente, estas soluciones convencionales tienen aproximadamente 20 % por peso de sólidos entregados, y su peso molecular objetivo es menor que 500.000 dáltones debido al límite de viscosidad volumétrica para su bombeo en aplicaciones en papeleras.

Un ejemplo de promotor funcional y resinas intensificadoras de la resistencia en seco que se venden actualmente a fábricas de pañuelos desechables es una solución de productos de poliacrilamida aniónica con 20 % por peso de sólidos. Esta solución acuosa de resinas intensificadoras de la resistencia en seco se seca por pulverización para producir polvos dispersos adecuados para clientes que prefieren la presentación seca. Sin embargo, un proceso de secado por pulverización no es económico y aumenta considerablemente los costos de fabricación.

Es necesario un promotor funcional y un agente intensificador de la resistencia en seco y/o húmedo como polvo seco que se pueda

fabricar, transportar y regenerar eficazmente como un producto aplicable adecuado para su uso en una suspensión de pulpa en la línea de producción de una papelera.

Sumario

En la presente divulgación, se usa un agente degradador de polímeros para reducir el alto peso molecular (MW) de polímeros secos hasta un rango de peso molecular adecuado para aplicaciones intensificadoras de la resistencia en seco y/o húmedo del papel al disolverse los productos poliméricos de polvo seco en una solución acuosa *in situ* en las papeles.

La presente divulgación proporciona un método de preparación de una composición de producto, que comprende polvo polimérico seco utilizable como agente intensificador de la resistencia en seco y/o húmedo en el procesamiento del papel. Esencialmente, esta composición o mezcla se obtiene mediante la mezcla de un agente degradador con un polímero de alto peso molecular como un producto de polvo seco. Esta composición activa reacciona intrínsecamente al disolverse en una solución acuosa. En solución, el agente degradador reduce el peso molecular del polímero y disminuye la viscosidad de la solución acuosa que comprende dicho polímero. Contrario a la mezcla acuosa altamente viscosa esperada, que se obtiene normalmente sin el uso de un

agente degradador, en la actualidad solo se obtiene una solución moderadamente viscosa como resultado de, por ejemplo, bombeo.

El primer aspecto de la presente divulgación es un método de aumento de la resistencia en seco y/o húmedo de un producto de papel, que comprende la adición de una composición específica, que incluye al menos un polímero con un peso molecular de al menos 0,5 millones de dáltones y un agente degradador a una suspensión de pulpa, y la elaboración del producto de papel a partir de las fibras de la suspensión de pulpa.

El segundo aspecto es la composición específica presentada en forma de una mezcla seca premezclada para aumentar la resistencia en seco y/o húmedo de un producto de papel, que comprende poliacrilamida con un peso molecular de más de 1 millón de dáltones en forma de un polvo seco; y un agente degradador en forma de un polvo seco.

Las ventajas de la presente divulgación con respecto a las soluciones materiales convencionales (por ejemplo, polímeros convencionales intensificadores de la resistencia en seco y/o húmedo del papel) y el polímero aniónico intensificador de la resistencia en seco, la carboximetilcelulosa (CMC), radican en que la composición según la presente divulgación logra los atributos de peso molecular polimérico para satisfacer las necesidades específicas de resistencia y drenaje de la máquina de

fabricación de papel al cambiarse el contenido de agente degradador de la mezcla. Los polímeros acuosos convencionales intensificadores de la resistencia están limitados por la viscosidad volumétrica bombeable, por lo que no pueden ofrecer un rango mayor de peso molecular polimérico.

En un ejemplo de modalidad, la composición de, por ejemplo, 2 % por peso de un agente degradador en seco, de preferencia sulfito ferroso, y, por ejemplo 98 % por peso de un polímero seco, de preferencia poliacrilamida, generó una mayor viscosidad (es decir, la solución polimérica de peso molecular con respecto a las soluciones disponibles en el comercio, como soluciones aniónicas de PAM, a igual cantidad de sólidos activos).

Una de las ventajas de la solución polimérica producida a partir de la mezcla según la presente divulgación radica en que presenta mayor rendimiento en cuanto a resistencia en seco y húmedo (por ejemplo, un aumento aproximado de 20 %) en comparación con soluciones convencionales a niveles equivalentes de dosis. Además, esta solución tiene la ventaja de entregar un rendimiento aproximado de 90 a 100 % de la carboximetilcelulosa.

Otra ventaja es que la mezcla de la presente divulgación se disuelve con mayor facilidad a temperatura ambiente en soluciones acuosas que la carboximetilcelulosa. No se requiere un sistema de descomposición sofisticado; basta con un tanque de mezcla.

Otra ventaja radica en que, en comparación con la carboximetilcelulosa, que otorga una resistencia en seco adecuada a costa del drenaje, la mezcla de la presente divulgación puede proporcionar ambas propiedades deseadas: una resistencia en seco adecuada y el drenaje adecuado de la pasta de papel.

Finalmente, se produce un ahorro dado que el costo de la composición de la presente divulgación es considerablemente menor que el de, por ejemplo, los productos poliméricos secados por aspersión.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 describe el efecto del sulfato ferroso sobre la viscosidad de una solución polimérica a 1 % por peso, que comprende un polímero aniónico.

La figura 2 describe los valores zeta de cabezal de una pasta de papel a la que se agrega 5,9 kg/t de resina de poliacrilamida-epiclorohidrina (PAE) junto con una composición aniónica intensificadora de la resistencia en seco.

La figura 3 describe el efecto de las composiciones aniónicas intensificadoras de la resistencia en seco sobre las resistencias en seco y húmedo de una hoja de papel hecha a mano de resistencia en húmedo intensificada con poliacrilamida-epiclorohidrina.

La figura 4 describe el efecto de las composiciones convencionales APAM vs. CMC sobre el potencial zeta de las fibras y la resistencia de la pasta de papel virgen blanqueada.

La figura 5 describe una comparación del nuevo polímero 1 vs. las composiciones convencionales APAM y CMC sobre el potencial zeta de las fibras y la resistencia de la pasta de papel virgen blanqueada.

La figura 6 describe el rendimiento en cuanto a resistencia de las hojas en función de la elección de polímero.

La figura 7 describe el efecto de polímeros vs. CMC sobre las tasas de drenaje de la pasta de papel de compuestos organoclorados (OCC) de baja refinación (358 CSF).

La figura 8 describe el reemplazo de CMC por el nuevo polímero 2 sobre la carga de cabezal (potencial zeta) y la resistencia de las hojas de toalla plegadas 100 % recicladas no blanqueadas.

La figura 9 describe el reemplazo de CMC por el nuevo polímero 2, lo que ocasiona un aumento de la tasa de drenaje de la pasta de papel y del contenido de ceniza en la hoja.

Descripción detallada

El término "producto de papel" se refiere a una banda de fibras de celulosa. El papel comprende portadores de papel y cartón, y también papel para pañuelos desechables y toallas de papel.

El término "polvo seco" se refiere a material particulado de flujo libre con un contenido de humedad que permite obtener una fluidez adecuada.

El término "resistencia en seco o húmedo" se refiere al grado en que una banda de fibras de mantiene íntegra luego de aplicársele fuerza de ruptura en forma húmeda o seca. Comúnmente, la resistencia en húmedo se expresa como la relación de resistencia a la rotura por tracción en húmedo con respecto a seco. La resistencia en seco, o resistencia a la tracción en seco, corresponde al estrés máximo que puede resistir una banda de papel al extenderse o halarse antes de fallar o romperse.

El término "viscosidad" se refiere a la fricción interna, o atracción molecular, de un material determinado, que se manifiesta en la resistencia al flujo. En líquidos, se calcula mediante procedimientos de prueba estándar y, normalmente, se expresa en poise o centipoise (cP) a una temperatura específica. La viscosidad de un fluido es un indicador de una serie de patrones de comportamiento del líquido a una temperatura determinada, como características de bombeo, caudal, propiedades

de humectación y una tendencia o capacidad de suspender un material particulado insoluble.

En el presente documento, los términos "polímero", "polímeros", "polimérico" y otros términos similares se usan en el sentido en que habitualmente lo comprenden las personas versadas en el arte, por lo que, en el presente documento, se usan para describir o referirse a una molécula de gran tamaño (o un grupo de estas) que contiene monómeros recurrentes. Los polímeros se pueden formar de diferentes maneras, como mediante polimerización de monómeros y/o modificación química de uno o más monómeros recurrentes de un polímero precursor. Un polímero puede ser un "homopolímero" que comprende monómeros recurrentes básicamente idénticos formados mediante, por ejemplo, polimerización de un monómero específico. Un polímero también puede corresponder a un "copolímero", que comprende dos o más monómeros recurrentes diferentes formados mediante, por ejemplo, copolimerización de dos o más monómeros diferentes y/o modificación química de uno o más monómeros recurrentes de un polímero precursor. El término "terpolímero" se refiere a polímeros que contienen tres monómeros recurrentes diferentes. Los polímeros mencionados en párrafos anteriores también pueden ser lineales, ramificados o reticulados. Los polímeros aniónicos son polímeros que llevan una carga neta negativa, y los polímeros catiónicos son polímeros que llevan una carga neta positiva.

En un aspecto, la composición de la presente divulgación comprende una composición presentada en forma de una mezcla seca premezclada para aumentar la resistencia en seco y/o húmedo de un producto de papel. Esta composición comprende poliacrilamida con un peso molecular de más de 1 millón de daltones, que se presenta en forma de un polvo seco. Esta composición también comprende un agente degradador que se presenta en forma de un polvo seco.

En el presente documento, el término "agente degradador" se refiere a cualquier compuesto, o una mezcla de compuestos, capaz de degradar un polímero. De preferencia, el agente degradador es un compuesto, o una mezcla de compuestos, que reduce la viscosidad originada por un polímero. De preferencia, el agente degradador es un compuesto, o una mezcla de compuestos, que puede reducir y controlar el peso molecular de un polímero, y disminuir la viscosidad de una solución acuosa que comprende dicho polímero. De preferencia, el agente degradador reduce la viscosidad originada por el polímero aniónico utilizado como agente intensificador de la resistencia en seco y/o húmedo en el procesamiento del papel.

En una modalidad, el agente degradador se selecciona del grupo formado por un compuesto que contiene hierro, persulfato, peróxido, percarbonato, clorito de sodio y cloruro de estaño (II), de preferencia un compuesto que contenga hierro,

persulfato, peroxide o percarbonato, para evitar incorporar cloruros.

En una modalidad, el agente degradador comprende un compuesto de hierro. De preferencia, este compuesto es un compuesto ferroso, como sal ferrosa, o un compuesto férrico, como sal férrica.

El término "ferroso" se usa con su significado habitual para indicar un compuesto de hierro divalente (estado de oxidación +2 o Fe(II)). El término "férrico" se usa con su significado habitual para indicar un compuesto de hierro trivalente (estado de oxidación +3 o Fe(III)).

En un ejemplo de modalidad, la sal ferrosa comprende un anión orgánico, un anión inorgánico o una mezcla de ellos. En una modalidad, ventajosa, la sal ferrosa es citrato ferroso, cloruro ferroso, bromuro ferroso, fluoruro ferroso, sulfato ferroso, sulfato de hierro y amonio, o sus combinaciones.

En una modalidad, el agente degradador que contiene hierro comprende sulfato ferroso.

En un ejemplo de modalidad, la sal férrica comprende un anión orgánico, un anión inorgánico o una mezcla de ellos. En algunos ejemplos de modalidades, la sal férrica es citrato férrico, cloruro férrico, bromuro férrico, fluoruro férrico, sulfato férrico y sus combinaciones.

En un ejemplo de modalidad, el agente degradador que contiene hierro se usa o combina con otros agentes degradadores, por ejemplo sulfato de amonio, persulfato de amonio, enzimas, compuestos de cobre, etilenglicol, éteres de glicol y sus combinaciones.

En una modalidad, el agente degradador comprende sulfato ferroso en combinación con persulfato de amonio.

Los agentes degradadores de polímeros más ventajosos para polímeros de poliacrilamida (PAM) incluyen compuestos de hierro, específicamente sulfato ferroso, junto con persulfatos, peróxidos, clorito de sodio, cloruro de estaño (II) o percarbonatos.

En condiciones ambiente de suspensión de pulpa, el sulfato de hierro, específicamente el sulfato ferroso, puede disolver y degradar, mientras que otros agentes degradadores requieren temperatura elevada para lograr una degradación de polímeros con la misma eficacia.

En una modalidad según la presente divulgación, la cantidad de agente degradador, específicamente sulfato ferroso, va de 1 a 4 % por peso de la composición, de preferencia de 1 a 3 % por peso.

En una modalidad según la presente divulgación, la cantidad del polímero, específicamente poliacrilamida, es de al menos 95 % por

peso, específicamente 96 a 99 % por peso, como de 97 a 99 % por peso de la composición.

Curiosamente, se ha descubierto que un polímero seco se degrada y disuelve fácilmente en una solución acuosa, como agua, a temperatura ambiente en presencia de una cantidad adecuada de agente degradador.

En una modalidad, el polímero es un polímero aniónico o catiónico.

En otra modalidad, el polímero comprende un polímero que contenga acrilamida. De preferencia, el polímero se selecciona del grupo formado por homopolímeros de acrilamida, copolímeros y terpolímeros.

En un ejemplo de modalidad, el polímero se selecciona del grupo formado por poliacrilamida; derivados de poliacrilamida; homopolímeros, copolímeros y terpolímeros de metacrilamida; polímeros de acrilamida diacetónica; y polímeros de N-metilolacrilamida.

De preferencia, el polímero tiene un peso molecular mayor que 1 millón de daltones, específicamente mayor que 5 millones de daltones o incluso mayor que 10 millones de daltones, como 15 millones de daltones.

En una modalidad, el polímero aniónico seco adecuado para su uso como agente intensificador de la resistencia en seco y/o húmedo en el procesamiento del papel según la presente divulgación es un copolímero que comprende acrilamida y ácido acrílico, y de preferencia, tiene una relación molar de ácido acrílico con respecto a acrilamida que va de 0,08 a 0,2, de mayor preferencia de 0,1 a 0,15. Normalmente, la viscosidad estándar promedio de dicha solución en un medio acuoso va de aproximadamente 2 a 7 cP.

En un ejemplo de modalidad, de preferencia, el copolímero seco se forma a partir de una relación molar de 10:90 de ácido acrílico con respecto a acrilamida para así concordar con el rendimiento de carga de los agentes intensificadores de la resistencia en seco disponibles en el comercio.

De preferencia, la composición que se agregue comprende una mezcla seca premezclada del polímero con un peso molecular mayor que 0,5 millones de dáltones y el agente degradador.

De mayor preferencia, la mezcla premezclada de la invención se compone de 1 a 4 % de sulfato ferroso con 96 a 99 % de polímero seco, de preferencia poliacrilamida. La degradación del polímero seco para igualar el rango de peso molecular y la densidad de carga de productos comerciales es esencial para que la divulgación tenga valor comercial en el mercado de las

composiciones aniónicas intensificadoras de la resistencia en seco de toallas de papel.

En un ejemplo de modalidad, se preparó una solución polimérica acuosa a 1 % por peso, que comprendió una relación de 15:85 de ácido acrílico con respecto a polímero seco de acrilamida con la adición de 100 ppm de sulfato ferroso. Esta composición produce una viscosidad volumétrica de 280 cP en comparación con una viscosidad volumétrica de 150 cP de una solución acuosa de polímero comparativa con la adición de 600 ppm de sulfato ferroso. La solución de polímero con la adición de 100 ppm de sulfato ferroso genera una solución de polímero de peso molecular mucho mayor que la solución de polímero con la adición de 600 ppm de sulfato ferroso. La solución de polímero con la adición de contenido de 100 ppm de sulfato ferroso produce una solución de polímero de peso molecular elevado en el rango de 1 a 2 millones de dáltones adecuada para usarse como polímero intensificador de la resistencia en seco en máquinas de fabricación de papel. Además, la solución de polímero produce mayor rendimiento de resistencia en seco y resistencia en húmedo (por ejemplo, un aumento de aproximadamente 20 % a niveles equivalentes de dosis) en comparación con la solución de polímero de peso molecular menor compuesta por un contenido ferroso de 600 ppm. Además, pudo entregar aproximadamente 120 % del rendimiento de resistencia de la solución convencional de polímero intensificador de la

resistencia en seco y aproximadamente 90 a 100 % del rendimiento de resistencia de la carboximetilcelulosa. La degradación del polímero aniónico seco hasta un rango diferente de peso molecular en solución se puede controlar mediante la cantidad de sulfato ferroso.

En una modalidad según la presente divulgación, la poliacrilamida es una poliacrilamida catiónica, que corresponde a un copolímero que comprende acrilamida y monómero catiónico. De preferencia, los monómeros catiónicos incluyen cloruro de acrililoiloxietiltrimetilamonio, cloruro de metacrililoiloxietiltrimetilamonio y sulfato de dimetilaminoetil metilacrilato.

En una modalidad, el monómero catiónico de la presente divulgación es cloruro de acrililoiloxietiltrimetilamonio, del cual se puede disponer fácilmente.

En una modalidad, el polímero catiónico seco adecuado para su uso según la presente divulgación es un copolímero que comprende acrilamida y cloruro de acrililoiloxietiltrimetilamonio. De preferencia, la relación molar del cloruro de acrililoiloxietiltrimetilamonio con respecto a la acrilamida va de 0,05 a 0,30. La viscosidad estándar promedio de dicha solución en un medio acuoso va de aproximadamente 2 a 7 cP.

En un ejemplo de modalidad, la mezcla de la presente divulgación se compone de 1 a 5 % de sulfato ferroso con 95 a 99 % de

polímero catiónico seco. La mezcla de invención se disuelve en agua a temperatura ambiente con mucho mayor rapidez que una solución polimérica acuosa comparada sin el componente de sulfato de hierro.

La degradación del polímero catiónico seco hasta un rango diferente de peso molecular se controla mediante la cantidad de sulfato ferroso. Las soluciones acuosas degradadas de polímero catiónico se pueden usar como coagulantes o floculantes catiónicos en el sistema del extremo húmedo de la fabricación de papel. Es importante que el polímero catiónico seco degradado iguale el rango de peso molecular de productos poliméricos comerciales para poder reemplazar rápidamente los productos disponibles en el comercio sin cambios esenciales en el proceso de fabricación del papel.

En un ejemplo de modalidad, una solución polimérica acuosa a 1 % por peso con una relación de 15:85 de ácido acrílico con respecto a polímero seco de acrilamida, y una cantidad adicionada de 100 ppm de sulfato ferroso, produce una viscosidad volumétrica de 280 cP en comparación con una viscosidad volumétrica de 2.500 cP de una solución polimérica acuosa comparada sin el componente de sulfato ferroso.

La viscosidad volumétrica del agente degradador que contiene solución según la presente divulgación disminuye continuamente a

medida que aumenta la cantidad del agente degradador, específicamente el sulfato ferroso, en la solución acuosa.

En una modalidad, el peso molecular del polímero aniónico o catiónico es mayor que 1 millón de daltones, de preferencia mayor que 5 millones de daltones o incluso, de mayor preferencia, mayor que 10 millones de daltones, como 15 millones de daltones, presentado en forma de un polvo seco.

En una modalidad, la composición de la presente divulgación también comprende un segundo polímero con una respuesta diferente a dicho agente degradador en comparación con dicho primer polímero, especialmente si el primer polímero corresponde a poliacrilamida aniónica. Al producirse dichas mezclas de polímeros, se puede optimizar el resultado de proporcionar resistencia en seco al producto resultante (por ejemplo, un producto de papel). La aplicación de varios polímeros (por ejemplo, combinaciones de polímeros aniónicos y catiónicos) puede responder a la degradación a diferentes velocidades de modo que se logra una propiedad o distribución única de pesos moleculares en cualquier momento durante la degradación o después de ella.

En un ejemplo de modalidad, se preparó una solución polimérica acuosa a 1 % por peso, que comprende 50 % por peso de polímero aniónico seco de poliacrilamida con una carga de 15 % molar y 50 % por peso de cloruro de acrilóiloxietiltrimetilamonio:polímero

catiónico seco de acrilamida, en una relación de 10:90, junto con 400 ppm de sulfato ferroso. Esta solución polimérica anfotérica también es adecuada para su uso, por ejemplo, en aplicaciones de tratamiento de aguas municipales.

En otra modalidad, la composición de la presente divulgación también comprende un agente oxidante latente capaz de oxidar el agente degradador luego de disolverse en una solución acuosa. El o los agentes oxidantes se pueden empacar o mezclar directamente en la composición polimérica seca durante la producción inicial, o poco después de ella, de modo que la degradación se produzca luego de la disolución.

En otro aspecto, se proporciona un método de aumento de la resistencia en seco y/o húmedo de un producto de papel. El método comprende la adición a una suspensión de pulpa de una composición que comprende al menos un polímero con un peso molecular mayor que 0,5 millones de daltones y un agente degradador, y la producción de dicho producto de papel. De preferencia, la composición consiste en un polvo seco que se disuelve fácilmente en la suspensión de pulpa.

De preferencia, el polímero aniónico tiene un peso molecular mayor que 1 millón de daltones, mayor que 5 millones de daltones o incluso mayor que 10 millones de daltones, como 15 millones de daltones.

En una modalidad de la presente divulgación, la composición que se agregará a la suspensión de pulpa es una mezcla seca premezclada del polímero con un peso molecular mayor que 0,5 millones de dáltones y el agente degradador. Dependiendo de la reactividad química de los componentes, se puede obtener un producto seco premezclado que se puede transportar al lugar de uso, un producto que se puede premezclar en el lugar de uso o, incluso, un producto que puede mezclar justo antes de la adición a la suspensión de pulpa.

En un ejemplo de modalidad de la presente divulgación, se agrega la composición intensificadora de la resistencia en seco y/o húmedo del producto de papel obtenido en una cantidad de hasta 2 % en base al peso de fibra seca de la suspensión de pulpa. De preferencia, la cantidad que se debe agregar es al menos 0,1 % por peso, de mayor preferencia al menos 0,5 % por peso, como 1 % por peso. Si la concentración es 1 % por peso de la suspensión, la viscosidad volumétrica producida es aproximadamente 400 cP.

En una modalidad, la composición de la presente divulgación se agrega con la suspensión de pulpa a temperatura ambiente, de preferencia a una temperatura menor que 45 °C, de mayor preferencia de 10 a 40 °C y de mayor preferencia aun de 20 a 30 °C, a fin de evitar el calentamiento o enfriamiento excesivo.

En una modalidad, el polímero es un polímero que contiene acrilamida, como homopolímeros, copolímeros y terpolímeros de acrilamida, entre ellos poliacrilamida; derivados de poliacrilamida; poliacrilamida parcialmente hidrolizada; derivados de poliacrilamida parcialmente hidrolizada; homopolímeros, copolímeros y terpolímeros de metacrilamida; polímeros de acrilamida diacetónica; polímeros de N-metilolacrilamida; polímeros de acrilamida reductores de la fricción; y sus combinaciones. En algunos ejemplos de modalidades, el polímero que contiene acrilamida también comprende todos los monómeros adecuados (por ejemplo, acetato vinílico, N-vinilformamida, N-vinilacetamida, N-vinilcaprolactamo, N-vinilimidazol, N-vinilpiridina, ácido 2-acrilamido-2-metilpropanosulfónico (AMPS), N-vinilpirolidona, cloruro de acrilamidopropiltrimonio o sus combinaciones. De preferencia, el polímero es poliacrilamida.

En una modalidad, el polímero es poliacrilamida aniónica o catiónica.

En una modalidad, la composición de la presente divulgación comprende otro polímero con una respuesta de degradación diferente a dicho agente degradador en comparación con el primer polímero.

El agente degradador se puede seleccionar del grupo formado por un compuesto que contenga hierro, persulfato, peróxido, clorito de sodio, cloruro de estaño (II) y percarbonato. De preferencia, el agente degradador es sulfato de hierro (II). De mayor preferencia, el agente degradador es sulfato ferroso.

En un ejemplo de modalidad, el polímero que contiene acrilamida es un copolímero.

En un ejemplo de modalidad, el copolímero que contiene acrilamida contiene de aproximadamente 1 a aproximadamente 99, de aproximadamente 5 a aproximadamente 95, de aproximadamente 10 a aproximadamente 90, de aproximadamente 20 a aproximadamente 80, de aproximadamente 30 a aproximadamente 70, de aproximadamente 40 a aproximadamente 60 % por peso de acrilamida, metilacrilamida o derivados de acrilamida.

En un ejemplo de modalidad, el polímero que contiene acrilamida puede tener cualquier peso molecular adecuado. De preferencia, el polímero que contiene acrilamida tiene un peso molecular de aproximadamente 1 millón de daltones a aproximadamente 30 millones de daltones.

El método de la presente divulgación también comprende un paso de ajuste del peso molecular del polímero en la suspensión de pulpa en términos de viscosidad volumétrica mediante la modificación de la cantidad de agente degradador. Cuanto mayor sea la cantidad de

agente degradador aplicada, mayor será la viscosidad o menor el peso molecular.

En un ejemplo de modalidad, se prepara una solución acuosa a 1 % por peso de la composición seca, que contiene polímero catiónico seco en una relación de 10:90 de sulfato de dimetilaminoetil metilacrilato con respecto a acrilamida junto con 1.000 ppm de sulfato ferroso. Esta composición rinde una viscosidad volumétrica de 50 cP en comparación con una viscosidad volumétrica de 400 cP de una solución polimérica acuosa comparada con la adición de 400 ppm de sulfato ferroso. La solución de polímero con la adición de 1.000 ppm de sulfato ferroso genera una solución de polímero de peso molecular mucho menor, adecuada para usarse como coagulante catiónico en máquinas de fabricación de papel. La solución de polímero con la adición de 400 ppm de sulfato ferroso produjo una solución de polímero de peso molecular alto en el rango de 3 a 4 millones de dáltones adecuada para usarse como floculante catiónico en máquinas de fabricación de papel.

De preferencia, la cantidad de agente degradador es menor que 500 ppm, menor que 300 ppm, de mayor preferencia menor que 150 ppm de la suspensión de pulpa.

En otra modalidad, la composición de la presente divulgación se usa en el procesamiento mineral destinado a facilitar el desagüe.

Como tal, un adyuvante de desagüe debe facilitar posteriormente la estabilidad de dispersión u otros atributos secundarios adecuados.

En resumen, las composiciones según la presente divulgación ofrecen las siguientes ventajas:

- Carga aniónica comparable a la poliacrilamida aniónica convencional.
- Rendimiento de resistencia en seco comparable a la carboximetilcelulosa a niveles equivalentes de dosis.
- Mejor drenaje de la pasta de papel con respecto a la carboximetilcelulosa.

Las composiciones según la presente divulgación también ofrecen control de carga operativa, rendimiento de resistencia y drenaje. Los beneficios ofrecidos por las composiciones también incluyen:

- Mejor retención en la máquina de la resina intensificadora de la resistencia en húmedo.
- Mayor optimización de la carga del extremo húmedo en comparación con polímeros aniónicos acuosos convencionales.
- Máquinas de fabricación de papel con mayor capacidad de cargar resinas intensificadoras de la resistencia en

húmedo para lograr hojas de papel que cumplan los objetivos de resistencia.

- Reducción o eliminación de carboximetilcelulosa en gramajes de toalla desechable con alta resistencia en húmedo.

La presente divulgación se ilustra mejor con los siguientes ejemplos no limitantes.

Ejemplos

Ejemplo 1

Se degradó fácilmente y disolvió en agua a temperatura ambiente de aproximadamente 25 °C un polímero aniónico seco (Superfloc A110, de Kemira Oyj) con un rango de peso molecular de 10 a 15 millones de dáltones. El tiempo de disolución para el polímero fue de aproximadamente 1 a 2 horas. Se preparó una solución acuosa al 1 % por peso a la cual se agregó sulfato de hierro (II), cuya cantidad fue 0, 100, 250 y 400 ppm.

La figura 1 muestra que la viscosidad volumétrica de la solución disminuyó a medida que aumentó el contenido de sulfato de hierro (II) en el agua. Se logró alcanzar los atributos deseados de peso molecular del polímero, los cuales cumplieron los requisitos específicos de resistencia y drenaje de la máquina de fabricación de papel al modificarse el contenido de hierro (II) en la mezcla.

La viscosidad volumétrica inicial fue de aproximadamente 2.500, disminuyendo rápidamente hasta aproximadamente 459 con la adición de 100 ppm. La viscosidad siguió disminuyendo hasta aproximadamente 50 con adiciones posteriores de 400 ppm.

Ejemplo 2

El peso molecular de una solución según la presente divulgación con un 1 % por peso de polímero aniónico de acrilamida (Superfloc A110) y 100 ppm de sulfato de hierro (II) se preparó y comparó con soluciones compuestas de productos comerciales de polímero aniónico de acrilamida (Superfloc A110), Fennobond 85 y carboximetilcelulosa.

Tabla 1

Producto	Viscosidad volumétrica de solución a 1 % por peso (cP)	Viscosidad estándar (cP)	Densidad de carga aniónica (mEq/g seco)
Superfloc A110	2.500	4,9	Ácido acrílico al 10 % molar
Fennobond 85	8,9	1,33	-1,25

Carboximetilcelulosa	3,7	n/c	-3,02
Presente divulgación	50	1,65	-1,76

Como se puede apreciar en la tabla 1, el uso de una composición de la presente divulgación produjo una solución de mayor viscosidad volumétrica y viscosidad estándar que el producto comercial Fennobond 85. Esto indica un peso molecular de polímero mayor que con Fennobond 85. La densidad de carga del producto según la presente divulgación es mayor que la de Fennobond 85. También optimizaría con mayor eficacia la carga del extremo húmedo.

Ejemplo 3

La carboximetilcelulosa y las resinas sintéticas aniónicas intensificadoras de la resistencia en seco se usan con frecuencia en máquinas de fabricación de toallas de papel con alta resistencia en húmedo a fin de optimizar la carga del extremo húmedo y desarrollar la resistencia en seco del papel.

Se prepararon hojas en forma manual con un método estándar. Para estos experimentos, se usaron tres composiciones intensificadoras de la resistencia en seco diferentes junto con 5,9 kg/t de resina

de poliamidoamina-epiclorohidrina (PAE); los resultados se compararon entre sí:

Una composición se preparó según la presente divulgación (invención), es decir, 1 % de Superfloc A110 con 100 ppm de sulfato de hierro (II) (notación "invención 3/t" en las figuras 2 y 3).

Una composición correspondió a la solución de Fennobond 85 disponible en el comercio (notación "FB85 3/t" en las figuras 2 y 3).

Una composición correspondió a una solución de carboximetilcelulosa (CMC) (notación "CMC 3/t" en las figuras 2 y 3).

Como se describe en la figura 2, la composición de la presente divulgación logró optimizar la carga del extremo húmedo claramente con mayor eficacia que la composición comparada compuesta de Fennobond 85. Los resultados al usarse la composición de la presente divulgación parecen proporcionar un impacto muy similar en la carga del extremo húmedo al de la composición comparada compuesta de carboximetilcelulosa.

Como se describe en la figura 3, la composición de la presente divulgación produjo mayor rendimiento de resistencia en seco y resistencia en húmedo que la composición comparada compuesta de

Fennobond 85 a niveles equivalentes de dosis. El aumento es aproximadamente 20 %. En comparación con el rendimiento de la composición comparada compuesta de carboximetilcelulosa, el resultado es casi igual (95 a 100 %). Además, se debe observar que, aunque la composición comparada compuesta de carboximetilcelulosa otorgue una resistencia en seco adecuada, el drenaje es muy deficiente. Por otro lado, la composición de la presente divulgación produce resistencia en seco y drenaje de la pasta de papel adecuados.

Ejemplo comparativo 4

Las resinas sintéticas intensificadoras de la resistencia en seco a menudo se basan en la copolimerización de monómeros de acrilamida y ácido acrílico. Los copolímeros de acrilamida y ácido acrílico se pueden ajustar y fabricar en un amplio rango de peso molecular y carga aniónica. Normalmente, estos polímeros están disponibles como soluciones que van de 18 a 25 % de sólidos.

La figura 4 demuestra que la adición de 6,8 kg/ton (15 lb/ton) de resina de poliamidoamida-epiclorohidrina puede hacer que la carga del extremo húmedo de la pasta de papel virgen blanqueada se vuelva catiónica, lo que a su vez limita el desarrollo de resistencia a la tracción en húmedo. Para salvar esta limitación, a menudo se agrega poliacrilamida aniónica (APAM) y/o

carboximetilcelulosa a fin de mantener la carga de la región aniónica. Esta adición produce un aumento de la resistencia a la tracción en húmedo. En este ejemplo, la carboximetilcelulosa aumenta la resistencia a la tracción en seco de la hoja en aproximadamente 8 %, y la resistencia a la tracción en húmedo, en 14 %.

La figura 4 describe el efecto de las composiciones convencionales APAM vs. CMC sobre el potencial zeta de las fibras y la resistencia de la pasta de papel virgen blanqueada.

Ejemplo 5

Las composiciones según la presente invención se usaron en combinación con una resina de poliamidoamida-epiclorohidrina intensificadora de la resistencia en húmedo y produjeron mayor rendimiento de resistencia en seco y húmedo.

La figura 5 demuestra que la composición según la presente invención (notación en la figura 5 "nuevo polímero 1"), que contiene Superfloc A110 y 400 ppm de Fe(II)SO₄ y presenta una viscosidad estándar de 1,65 cP, optimiza la carga del extremo húmedo con mayor eficacia que la poliacrilamida aniónica convencional y produce el mismo impacto en la carga del extremo húmedo que la carboximetilcelulosa a niveles equivalentes de dosis. El nuevo polímero 1 puede ofrecer el mismo rendimiento que carboximetilcelulosa.

La figura 5 describe una comparación del nuevo polímero 1 vs. las composiciones convencionales APAM y CMC sobre el potencial zeta de las fibras y la resistencia de la pasta de papel virgen blanqueada.

Ejemplo 6

La figura 6 muestra cómo la elección de polímero afecta el potencial zeta y el desarrollo de resistencia a la tracción. La composición según la presente invención (notación "Nuevo polímero 2" en la figura 6), que contiene Superfloc A110 y 250 ppm de Fe(II)SO_4 , y presenta una viscosidad estándar de 192 cP, optimiza la carga del extremo húmedo con mayor eficacia y, en última instancia, produce mayor desarrollo de resistencia en seco y húmedo.

La figura 6 describe el rendimiento en cuanto a resistencia de las hojas (línea = resistencia en húmedo; barras = resistencia en seco) en función de la elección de polímero.

Ejemplo 7

La carboximetilcelulosa se ha utilizado para aumentar eficazmente la resistencia en húmedo y seco del papel. Además de estos efectos positivos, la carboximetilcelulosa puede tener un impacto negativo en la retención de fibras muy cortas de pasta de papel y los procesos de desagüe de esta. La figura 7 muestra diferencias

en el tiempo de drenaje de compuestos organoclorados de la pasta de papel en base a una prueba de drenaje libre de la pasta de papel. Estos efectos negativos se aprecian principalmente cuando la pasta de fibras se trata con altas dosis de carboximetilcelulosa. Los resultados de los experimentos de desagüe demostraron que la modificación con carboximetilcelulosa de la pasta de fibras aumentó el tiempo de drenaje debido a una hoja más densa y bloqueada. Las composiciones según la invención usadas en los ejemplos 5 y 6 (notación en la figura 7 "Nuevos polímeros") proporcionan rendimientos de resistencia y tasas de drenaje adecuados.

La figura 7 describe el efecto de polímeros vs. CMC sobre las tasas de drenaje de la pasta de papel de compuestos organoclorados de baja refinación (358 CSF).

A diferencia de las resinas convencionales de poliacrilamida aniónica, que presentan límites de peso molecular para la viscosidad volumétrica bombeable, los nuevos polímeros ofrecen varios grados de peso molecular que cumplen los requisitos específicos de resistencia y drenaje de la máquina de fabricación de papel. Al seleccionarse la correcta combinación de peso molecular y carga del polímero, los nuevos polímeros han demostrado positivamente su capacidad de ser más económicos que las resinas convencionales de poliacrilamida aniónica.

Ejemplo 8

Un productor importante de pañuelos desechables fabrica una toalla plegable sin blanquear con 100 % de fibras recicladas. La resistencia a la tracción en húmedo y seco son objetivos fundamentales. Se usa una combinación de poliamidoamida-epiclorohidrina y carboximetilcelulosa para controlar la tracción en húmedo y seco. La máquina presenta problemas debido al depósito en el extremo húmedo relacionado con carboximetilcelulosa, así como también mal drenaje de la pasta de papel. Como resultado de ello, la papelera decide reducir o eliminar el uso de carboximetilcelulosa.

Como en el ejemplo 6, se evaluó el nuevo polímero 2 para reducir o eliminar el uso de carboximetilcelulosa en esta máquina. La condición de control de la papelera utiliza resina de poliamidoamida-epiclorohidrina (11,3 kg/ton; 25 lb/ton) con carboximetilcelulosa a una dosis de 2,7 kg/ton (6 lb/ton), con la fabricación efectuada a un pH de 7,5.

En la figura 8 (línea), aparece el potencial zeta de la superficie de las fibras después de la adición del nuevo polímero.

El nuevo polímero 2 optimiza la carga del extremo húmedo con eficacia y produce el mismo impacto en la carga del extremo húmedo que la carboximetilcelulosa a niveles equivalentes de

dosis. Como se muestra en la figura 8 (barras), el nuevo polímero entrega rendimientos en cuanto a resistencia de las hojas comparables con la carboximetilcelulosa.

Sin embargo, la carboximetilcelulosa proporciona hojas de resistencia adecuada a costa de un mal drenaje de la pasta de papel y menor eliminación de ceniza del proceso. La figura 9 resume los resultados de la prueba de drenaje de la pasta de papel (barras) y contenido de ceniza en la hoja de papel (línea). El tiempo de drenaje de pasta de papel 100 % reciclada de baja refinación aumenta con la adición de carboximetilcelulosa. Como se muestra en la figura 9, los nuevos polímeros tienen un efecto positivo en las tasas de drenaje de la pasta de papel; el contenido de ceniza en la hoja de papel aumenta con el tratamiento con carboximetilcelulosa.

El contenido de ceniza del material reciclado puede tener un importante rol en la eficacia operativa de la máquina, y la resistencia y calidad de la hoja. Si no se elimina a través de un proceso de lavado y limpieza, la ceniza se puede acumular a niveles mayores o iguales que 30 % en el cabezal, formándose aglomeraciones y depósitos adherentes. Los nuevos polímeros pueden fijar la ceniza a la hoja y eliminarla con mayor eficacia del proceso. Este estudio demuestra que el nuevo polímero puede reemplazar a la carboximetilcelulosa y proporcionar una

resistencia adecuada a la hoja y mejoras del drenaje de la pasta de papel.

La figura 8 describe el reemplazo de CMC por el nuevo polímero 2 sobre la carga de cabezal (potencial zeta) y la resistencia de las hojas de toalla plegadas 100 % recicladas no blanqueadas.

La figura 9 describe el reemplazo de CMC por el nuevo polímero 2, lo que ocasiona un aumento de la tasa de drenaje de la pasta de papel y del contenido de ceniza en la hoja.