

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 960 387**

51 Int. Cl.:

C02F 11/14 (2009.01)

C08F 265/10 (2006.01)

C02F 1/56 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.12.2018 PCT/FI2018/050923**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.06.2019 WO19115883**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2018 E 18842528 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2023 EP 3724137**

54 Título: **Método para deshidratar lodos biológicos usando un floculante polimérico**

30 Prioridad:

15.12.2017 FI 20176124

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

04.03.2024

73 Titular/es:

**KEMIRA OYJ (100.0%)
Energiakatu 4
00180 Helsinki, FI**

72 Inventor/es:

**LIKANDER, JOONAS y
CARCELLER, ROSA**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 960 387 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para deshidratar lodos biológicos usando un floculante polimérico

La presente invención se refiere a un método para deshidratar lodos biológicos según el preámbulo de la reivindicación independiente adjunta.

5 Las aguas residuales municipales e industriales, así como las aguas fecales, se tratan mediante un proceso de lodos biológicos, donde los microorganismos degradan la materia orgánica y eliminan los nutrientes presentes en las aguas residuales para producir efluentes con efluentes de alta calidad. Los lodos biológicos contienen masas de bacterias aeróbicas y otros organismos acuáticos, que se suspenden y se mezclan con aguas residuales en un tanque aireado. El exceso de lodo se elimina del proceso para su postratamiento. Habitualmente, se forman grandes cantidades de lodo húmedo, que debe deshidratarse antes de poder desecharlo. La deshidratación se puede hacer mediante gravedad, filtración, presión o fuerza centrífuga. El lodo está expuesto a diversas fuerzas, p. ej., altas fuerzas de cizallamiento, durante la deshidratación y otros pasos posteriores al tratamiento.

10 Los lodos biológicos suelen ser difíciles de deshidratar. Los lodos pueden acondicionarse antes de la deshidratación mediante la adición de productos químicos, como compuestos inorgánicos de hierro y cal, o compuestos orgánicos, como coagulantes y floculantes poliméricos. Los productos químicos se añaden para mejorar el manejo de los lodos, coagular y/o flocular la materia suspendida en aglomerados más grandes y aumentar el efecto de deshidratación. Cuando el lodo biológico flocula mediante adición química, los flóculos formados deben resistir diversas fuerzas, p. ej., fuerzas de cizallamiento, sin rotura del flóculo. Esto aseguraría la obtención de una fase acuosa de alta calidad con baja turbidez en el paso de deshidratación y que el contenido de sólidos del lodo fuera alto después de la deshidratación.

15 El documento WO 2016/030407 A1 se refiere a una composición de polímero catiónico soluble en agua, en polvo, que comprende al menos dos polímeros catiónicos diferentes, que difieren en naturaleza química y peso molecular. El documento se refiere también a un método para producir dicha composición de polímero catiónico y a su uso para promover la floculación en la separación sólido-líquido.

25 El documento JP 2013 3078755A se refiere a un floculante de polímero anfótero de alto peso molecular, su método de fabricación y método de deshidratación del lodo usando el floculante de polímero anfótero.

30 En el documento WO 2005/095291 A1 se explica un proceso de deshidratación de una suspensión acuosa que comprende dosificar la suspensión con un primer floculante para formar una suspensión espesa. Se mezcla un segundo floculante con la suspensión espesada y la suspensión se somete a deshidratación mecánica para formar una torta.

Existe la necesidad de nuevos floculantes eficaces que puedan usarse para la deshidratación de lodos biológicos procedentes de la purificación de aguas residuales, especialmente la purificación de aguas residuales municipales o agrícolas o de aguas residuales procedentes de la fabricación de alimentos o bebidas.

Un objeto de esta invención es minimizar o incluso eliminar las desventajas existentes en la técnica anterior.

35 Un objeto también es proporcionar una composición polimérica que proporcione una deshidratación eficaz de lodos biológicos.

Un objeto adicional de esta invención es proporcionar una composición polimérica que proporcione mejor rendimiento del lodo durante la deshidratación, especialmente en condiciones de alto cizallamiento.

40 Estos objetos se logran con la invención que tiene las características presentadas a continuación en la parte caracterizadora de la reivindicación independiente. Algunas realizaciones preferibles se explican en las reivindicaciones dependientes.

Los rasgos citados en las reivindicaciones dependientes y las realizaciones en la descripción son mutuamente combinables libremente a menos que se indique explícitamente lo contrario.

45 Las realizaciones ejemplares presentadas en este texto y sus ventajas se relacionan por partes aplicables a todos los aspectos de la invención, aunque esto no siempre se mencione por separado.

En la reivindicación 1 se define un método habitual según la invención para la deshidratación de lodos biológicos.

50 Ahora se ha descubierto sorprendentemente que se obtienen claras mejoras en la deshidratación de lodos biológicos cuando el floculante comprende una composición polimérica, que se obtiene polimerizando un segundo polímero en presencia de un primer polímero. El primer polímero actúa, así, como polímero huésped y como medio de polimerización para el segundo polímero. La composición polimérica definida en la reivindicación 1 proporciona al floculante propiedades con las que se puede conseguir una velocidad de deshidratación, una calidad del filtrado, una resistencia al cizallamiento y un contenido de sólidos secos mejores para el lodo. Se especula que la composición polimérica pueda interactuar con los constituyentes sólidos del lodo de una manera que genere flóculos más robustos

y mejore el rendimiento de deshidratación. Asimismo, el floculante que comprende la composición polimérica definida tolera bien las variaciones del proceso.

En el presente contexto, el término «lodo biológico» indica un lodo procedente de un proceso de tratamiento biológico de aguas residuales y/o fecales. El lodo biológico comprende una fase acuosa y material orgánico sólido suspendido, y habitualmente es rico en material de origen bacteriano, así como en otros organismos acuáticos. El lodo biológico puede tener una demanda biológica de oxígeno (DBO) > 50 mg/l y/o un contenido de sólidos secos en el intervalo de 5 g/l a 80 g/l, preferiblemente 10 g/l a 40 g/l. Según la presente invención, el lodo biológico que hay que deshidratar procede de un proceso de tratamiento de aguas residuales municipales o agrícolas. Los lodos biológicos son, así, lodos de aguas residuales municipales o lodos agrícolas. Alternativamente, el lodo biológico puede proceder de un proceso industrial, especialmente del tratamiento de aguas residuales o de la producción de alimentos o bebidas o del procesamiento de alimentos o bebidas.

La deshidratación de lodos biológicos comprende la adición de un floculante al lodo biológico para flocular el lodo antes de la deshidratación de este. Preferiblemente, el floculante se añade inmediatamente antes de la deshidratación. Según una realización, el floculante se añade 30 s, preferiblemente 20 s, más preferiblemente 15 s antes del inicio de la deshidratación. El floculante se puede añadir directamente a una tubería o similar donde se transporta el lodo hasta el sitio de deshidratación. La deshidratación del lodo se efectúa usando medios de deshidratación mecánicos, seleccionados entre centrífuga(s), prensa de cinta o prensa de cámara, preferiblemente centrífuga(s).

El floculante comprende una composición polimérica, que comprende un primer polímero catiónico reticulado, como se define en la reivindicación 1. Durante la producción de la composición polimérica, el primer polímero funciona como medio de polimerización para el segundo polímero, es decir, se añaden los monómeros del segundo polímero a una disolución polimérica del primer polímero y la polimerización del segundo polímero se realiza en presencia del primer polímero. Esto da como resultado un entrelazamiento físico tridimensional de las cadenas poliméricas del primer y segundo polímero. El primer y segundo polímero se vuelven inseparables entre sí sin romper las cadenas poliméricas, es decir, las cadenas poliméricas del primer polímero y del segundo polímero se entrelazan físicamente y se entrelazan de manera inseparable durante la polimerización del segundo polímero. Preferiblemente, sin embargo, no existen enlaces químicos entre el primer polímero y el segundo polímero, sino que sus cadenas están interconectadas de manera inseparable. El primer polímero está preferiblemente exento de grupos polimerizables reactivos, tales como dobles enlaces carbono-carbono, en su estructura. En una realización preferible, los monómeros del segundo polímero, cuando se polimerizan en presencia del primer polímero, reaccionan entre sí y no forman enlaces covalentes con el primer polímero, que está presente como medio de polimerización. Así, el primer polímero está presente de manera preferible esencialmente solo como medio de polimerización. Los enlaces covalentes entre el primer y el segundo polímero no son necesarios para proporcionar la estructura tridimensional a la composición polimérica, ya que el primer y el segundo polímero están físicamente entrelazados y sus cadenas poliméricas están interconectadas o entrecruzadas inseparablemente entre sí.

El primer polímero y el segundo polímero son completamente miscibles y compatibles entre sí. La composición polimérica obtenida no está en forma de emulsión o dispersión. Esto significa que la composición polimérica obtenida no contiene dos o más fases de polímeros diferentes. La composición polimérica también está preferiblemente exenta de partículas poliméricas que comprenden en su mayor parte (>40 %) un solo polímero. La composición polimérica es soluble en agua.

El primer polímero es poliamina reticulada, que según la invención es polivinilamina.

El primer polímero puede tener un peso molecular promedio ponderal de al menos 10 000 g/mol, preferiblemente en el intervalo de 10 000 g/mol a 350 000 g/mol, más preferiblemente 30 000 g/mol a 275 000 g/mol, incluso más preferiblemente 50 000 g/mol a 250.000 g/mol. Según una realización de la invención, el primer polímero puede tener un peso molecular promedio ponderal en el intervalo de 120 000 g/mol a 350 000 g/mol, preferiblemente 125 000 g/mol a 275 000 g/mol, más preferiblemente 135 000 g/mol a 250 000 g/mol. El primer polímero tiene preferiblemente un peso molecular que se ha observado que mejora el rendimiento de la composición polimérica y su capacidad de floculación.

El primer polímero puede obtenerse mediante polimerización por condensación.

Según la invención, la composición polimérica comprende del 5 % al 15% en peso del primer polímero, calculado a partir del peso total del material polimérico seco de la composición. La cantidad de primer polímero proporciona una viscosidad adecuada cuando actúa como medio de polimerización para el segundo polímero y al mismo tiempo proporciona una interacción eficaz con los constituyentes del lodo biológico y una buena capacidad de floculación y deshidratación.

La composición polimérica, que se usa como floculante, comprende además un segundo polímero catiónico, que es un copolímero obtenido por polimerización de (met)acrilamida y un monómero catiónico, como se define en la reivindicación 1. El segundo polímero catiónico se polimeriza en presencia del primer polímero catiónico. El medio de polimerización para el segundo polímero comprende, así, una disolución acuosa, preferiblemente exenta de partículas, del primer polímero. El medio de polimerización preferiblemente está exento de cualquier fase oleosa. El medio de

polimerización tampoco comprende una alta concentración de ninguna sal inorgánica. Habitualmente, la cantidad de sal inorgánica es menor que el 5 % en peso, preferiblemente menor que el 2.5 % en peso, más preferiblemente menor que el 1.5 % en peso. Se ha observado que el segundo polímero mejora la robustez de los flóculos formados.

5 El segundo polímero se obtiene mediante polimerización por radicales libres. Por ejemplo, el segundo polímero puede obtenerse mediante polimerización en gel, p. ej. mediante polimerización adiabática en gel. Es posible obtener una composición polimérica que tenga un mayor contenido de polímero mediante polimerización en gel, lo que hace que la composición sea más rentable en vista de la logística. Un alto contenido de polímero tiene el beneficio adicional de una mejor estabilidad microbiana.

10 La composición polimérica puede estar preferiblemente en forma de polvo seco o material en forma de partículas o producto en forma de partículas, y se disuelve en agua y se diluye hasta la concentración de alimentación apropiada deseada antes de su uso. La composición polimérica obtenida se puede secar y opcionalmente moler hasta un tamaño de partícula adecuado. Según una realización, la composición polimérica seca en forma de producto en forma de partículas o material en forma de partículas o polvo puede tener un contenido de sólidos de al menos el 80 % en peso, preferiblemente al menos el 85 % en peso, más preferiblemente al menos el 90 % en peso. La composición polimérica en forma de partículas secas es fácil y rentable de transportar y almacenar, permanece estable durante largos periodos de tiempo y es resistente a la degradación microbiológica.

El monómero catiónico para el segundo polímero es cloruro de [2-(acrililoixi)etil]trimetilamonio (ADAM-Cl). En general, para los monómeros que contienen nitrógeno cuaternario en su estructura, la cationicidad no depende del pH, lo cual es un rasgo preferible.

20 Según la invención, el segundo polímero se obtiene mediante copolimerización de (met)acrilamida y del 30 % al 60 % en moles del monómero catiónico mencionado anteriormente, calculado a partir de la cantidad de monómeros usados para el segundo polímero.

Según una realización, el segundo polímero es un polímero lineal.

25 Según otra realización preferible, el segundo polímero puede ser un copolímero reticulado. El segundo polímero reticulado se puede obtener mediante polimerización en presencia de al menos un agente reticulante. Se ha observado que cuando se reticula el segundo polímero, los flóculos de lodo biológico formados son muy robustos y resisten bien las fuerzas de alto cizallamiento. El agente reticulante adecuado se puede seleccionar entre metilénbisacrilamida, etilenglicol divinil éter, di(etilenglicol) divinil éter y tri(etilenglicol) divinil éter. Como agente reticulante se prefiere la metilénbisacrilamida. La cantidad de agente reticulante puede estar, por ejemplo, en el intervalo de 0.25 mg/kg a 100 mg/kg de monómeros, preferiblemente de 0.5 mg/kg a 10 mg/kg de monómeros, más preferiblemente de 0.75 mg/kg a 5 mg/kg de monómeros.

La composición polimérica, que se usa como floculante para el lodo biológico, puede tener una viscosidad estándar VS de 3.5 mPas a 5 mPas, preferiblemente 3.8 mPas a 4.8 mPas, medida con un contenido de sólidos del 0.1 % en peso en una disolución acuosa de NaCl (1 M) a 25 °C, usando un viscosímetro Brookfield DVII T con adaptador UL.

35 El floculante que comprende la composición polimérica se puede añadir en una cantidad de 1 kg/t a 40 kg/t de lodo seco, preferiblemente 2 kg/t a 30 kg/t de lodo seco, preferiblemente 4 kg/t a 20 kg/t de lodo seco, dado como polímero activo.

Experimental

Algunas realizaciones de la invención se describen en los siguientes ejemplos no limitantes.

40 Composiciones poliméricas usadas en los ejemplos

Según la invención se usaron dos composiciones C1 y C2 poliméricas diferentes en los siguientes ejemplos de deshidratación de lodos:

45 Composición C1: comprendió como primer polímero polivinilamina reticulada. El segundo polímero, que se polimerizó en presencia del primer polímero era un copolímero de acrilamida y el 30 % en moles de cloruro de [2-(acrililoixi)etil]trimetilamonio (ADAM-Cl). La cantidad del primer polímero fue del 9 % en peso, como principio activo, basado en los monómeros del segundo polímero.

50 Composición C2: comprendió como polímero polivinilamina reticulada. El segundo polímero, que se polimerizó en presencia del primer polímero, era un copolímero de acrilamida y el 30 % en moles de cloruro de [2-(acrililoixi)etil]trimetilamonio (ADAM-Cl). Como reticulante en la polimerización se usó metilénbisacrilamida. La cantidad del primer polímero fue del 9 % en peso, como principio activo, basado en los monómeros del segundo polímero.

Métodos usados en los ejemplos

Los aparatos y métodos usados en los ejemplos de deshidratación de lodos se dan en la tabla 1.

Tabla 1. Aparatos y métodos usados en ejemplos de deshidratación de lodos

Propiedad	Aparato/Estándar
pH	Knick Portamess 911 pH
Sólidos secos	SFS 3008
Sólidos suspendidos	SFS 3008
Turbidez	Turbidímetro HACH 2100AN IS// ISO 7027

5 La deshidratación por gravedad de los lodos se probó con Polytest. Las muestras de lodo se filtraron con un cilindro Polytest de 10 cm de diámetro usando en el fondo una tela metálica con una permeabilidad al aire de 5400 m³/m²h. Los rodamientos por centímetro fueron 13.0/5.9. La cantidad de muestra de lodo fue de 200 g a 400 g, pero siempre idéntica entre las muestras comparadas. La mezcla de la composición polimérica se hizo con un agitador motorizado en un recipiente de mezcla con deflectores. La velocidad de mezclado fue de 105 rad/s (1000 rpm) y el tiempo de mezclado fue de 10 a 30 segundos, pero siempre idéntico entre las muestras comparadas.

10 El contenido de sólidos secos del lodo después de la centrifugación se probó con una centrífuga de laboratorio Heraeus. Para esta prueba, se tomó una muestra de lodo del alambre Polytest después de la prueba de deshidratación por gravedad. Se midió una muestra de lodo de aproximadamente 6 gramos en un filtro de plástico de malla 50 que se colocó en la parte superior del tubo de centrífuga. El tiempo de centrifugación fue de 60 segundos y la velocidad de rotación de 105 rad/s (1000 vueltas por minuto [rpm]). Después de la centrifugación, se recogió el agua rechazada del fondo del tubo de centrífuga y se centrifugó el lodo del filtro de plástico.

15 Ejemplo 1 de deshidratación de lodos

En este ejemplo se simula la deshidratación de lodos biológicos después del proceso de digestión anaeróbica en una planta de tratamiento de aguas residuales municipales con eliminación biológica de fósforo. El contenido de sólidos secos del lodo biológico fue de 29 g/l antes de la dosificación de la composición polimérica.

20 Las composiciones poliméricas se diluyeron hasta una concentración del 0.1 % antes de dosificarse en el lodo. La velocidad de deshidratación se probó con Polytest como se describió anteriormente. Las dosis de polímero fueron 5, 6 y 6,5 kilos por tonelada de lodo seco. El tiempo de mezclado fue de 10 segundos. La cantidad de agua drenada se midió después de 15 segundos. La turbidez se midió a partir del agua rechazada drenada. Los resultados de estos experimentos se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados del ejemplo 1 para drenaje y turbidez del agua de rechazo.

Polímero	Dosis [kg/t]	Drenaje 15 s [g]	Turbidez del agua de rechazo [NTU]
R1	5.0	41.4	290
R1	6.0	54.0	205
R1	6.5	63.0	181
C1	5.0	53.3	202
C1	6.0	10.8	105
C1	6.5	97.6	102

25 Puede verse a partir de los resultados de la tabla 2 que el uso de la composición C1 polimérica según la invención proporcionó un mejor rendimiento que el polímero R1 de referencia. La composición C1 polimérica produjo una deshidratación más rápida y una mejor calidad del agua de rechazo que el polímero R1 de referencia con todas las dosis probadas. Todos estos factores son importantes para una deshidratación económica de lodos.

Ejemplo 2 de deshidratación de lodos

En este ejemplo se simula la centrifugación de lodos biológicos después del proceso de digestión anaeróbica en una planta de tratamiento de aguas residuales municipales con eliminación biológica de fósforo. El contenido de sólidos secos del lodo biológico fue de 29 g/l antes de la dosificación de la composición polimérica.

- 5 Las composiciones poliméricas se diluyeron hasta una concentración del 0.1 % antes de dosificarse en el lodo. Los sólidos secos del lodo después de la centrifugación se probaron con una centrífuga de mesa como se describió anteriormente. Las dosis de polímero fueron 5, 6 y 6.5 kilos por tonelada de lodo seco con un tiempo de mezcla de 10 segundos y 6, 7 y 8 kilos por tonelada de lodo seco con un tiempo de mezcla de 20 segundos. El contenido de sólidos secos del lodo se midió después de una centrifugación de 60 segundos a 105 rad/s (1000 rpm). Los resultados de estos experimentos se presentan en la tabla 3.
- 10

Tabla 3. Resultados del contenido de sólidos secos después de la centrifugación en el ejemplo 2

Polímero	Dosis [kg/t]	Tiempo de mezcla [s]	Sólidos secos [%]
R1	5.0	10	9.8
R1	6.0	10	9.9
R1	6.5	10	10.2
C1	5.0	10	10.2
C1	6.0	10	10.6
C1	6.5	10	10.7
R1	6.0	20	9.2
R1	7.0	20	9.6
R1	8.0	20	10.6
C1	6.0	20	9.4
C1	7.0	20	10.4
C1	8.0	20	10.8

- 15 Puede verse por los resultados de la tabla 3 que el uso de la composición C1 polimérica según la invención proporcionó un mejor rendimiento que el del polímero R1 de referencia. Con la composición C1 polimérica se produjo un mayor contenido de sólidos secos después de la centrifugación con 10 segundos y 20 segundos de mezclado que con el polímero R1 de referencia con todas las dosis probadas. Cambiar el tiempo de mezclado de 10 segundos a 20 segundos representa un aumento de las fuerzas de cizallamiento que se requieren para una centrifugación eficaz. Todos estos factores son importantes para una deshidratación económica de lodos biológicos.

Ejemplo 3 de deshidratación de lodos

- 20 En este ejemplo se simula la deshidratación de lodos biológicos después del proceso de digestión anaeróbica en una planta de tratamiento de aguas residuales municipales con eliminación química de fósforo. El contenido de sólidos secos del lodo fue de 25 g/l antes de la dosificación de la composición polimérica.

- 25 Las composiciones poliméricas se diluyeron hasta una concentración del 0.1 % antes de dosificarse en el lodo. La velocidad de deshidratación se probó con Polytest como se describió anteriormente. Las dosis de polímero fueron 7, 8 y 9 kilos por tonelada de lodo seco con un tiempo de mezcla de 10 segundos y 9, 10 y 11 kilos por tonelada de lodo seco con un tiempo de mezcla de 30 segundos. La cantidad de agua drenada se midió después de 10 segundos. La turbidez se midió a partir del agua rechazada drenada. Los resultados se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados para drenaje y turbidez del agua de rechazo en el ejemplo 4

Polímero	Dosis [kg/t]	Tiempo de mezcla [s]	Drenaje 10 s [g]	Turbidez del agua de rechazo [NTU]
R1	7.0	10	95.6	396
R1	8.0	10	125.2	301
R1	9.0	10	118.3	391
C2	7.0	10	93.9	345
C2	8.0	10	136.7	349
C2	9.0	10	130.1	286
R1	9.0	30	64.4	490
R1	10.0	30	77.9	452
R1	11.0	30	127.1	275
C2	9.0	30	84.4	382
C2	10.0	30	128.7	293
C2	11.0	30	133.8	259

5 Puede verse a partir de los resultados de la tabla 4 que el uso de la composición C2 polimérica según la invención proporcionó mejor rendimiento que el del polímero R1 de referencia. Con la composición C2 polimérica se produjo una deshidratación más rápida y mejor calidad del agua de rechazo que con el polímero R1 de referencia. Con la composición C2 polimérica también se obtuvo una resistencia al cizallamiento mucho mejor, lo que se observó en los experimentos con un tiempo de mezcla más prolongado, lo que provocó más fuerzas de cizallamiento en los flocúlos. Todos estos factores son importantes para una deshidratación económica de lodos.

10 Se midió después de 10 segundos. La turbidez se midió a partir del agua rechazada drenada. Los resultados se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados para drenaje y turbidez del agua de rechazo en el ejemplo 4

Polímero	Dosis [kg/t]	Tiempo de mezcla [s]	Drenaje 10 s [g]	Turbidez del agua de rechazo [NTU]
R1	7.0	10	95.6	396
R1	8.0	10	125.2	301
R1	9.0	10	118.3	391
C2	7.0	10	93.9	345
C2	8.0	10	136.7	349
C2	9.0	10	130.1	286
R1	9.0	30	64.4	490

Polímero	Dosis [kg/t]	Tiempo de mezcla [s]	Drenaje 10 s [g]	Turbidez del agua de rechazo [NTU]
R1	10.0	30	77.9	452
R1	11.0	30	127.1	275
C2	9.0	30	84.4	382
C2	10.0	30	128.7	293
C2	11.0	30	133.8	259

5 Puede verse a partir de los resultados de la tabla 4 que el uso de la composición C2 polimérica según la invención proporcionó mejor rendimiento que con el polímero R1 de referencia. La composición C2 polimérica produjo una deshidratación más rápida y mejor calidad del agua de rechazo que el polímero R1 de referencia. La composición C2 polimérica también tenía una resistencia al cizallamiento mucho mejor, lo que se observó en los experimentos con un tiempo de mezcla más prolongado, lo que provocó más fuerzas de cizallamiento en los flóculos. Todos estos factores son importantes para una deshidratación económica de lodos.

10 Incluso si la invención se describió con referencia a lo que actualmente parecen ser las realizaciones más prácticas y preferidas, se aprecia que la invención no se limitará a las realizaciones descritas anteriormente, sino que la invención cubre también diferentes modificaciones y soluciones técnicas equivalentes dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Método para la deshidratación de lodos biológicos, que comprende:

- añadir un floculante a un lodo biológico y flocular el lodo, siendo dicho lodo biológico lodo de aguas residuales municipales o lodo agrícola que comprende una fase acuosa y material orgánico sólido suspendido,
- deshidratar el lodo usando medios de deshidratación mecánicos seleccionados entre centrífuga(s), prensa de cinta o prensa de cámara,

caracterizado por que

el floculante comprende una composición polimérica, que comprende:

- del 5 % al 15 % en peso de un primer polímero catiónico reticulado, que es polivinilamina reticulada, en donde el porcentaje en peso se calcula a partir del peso total del material polimérico seco de la composición, y
- un segundo polímero catiónico, que es un copolímero obtenido por polimerización de (met)acrilamida y del 30 % al 60 % en moles de cloruro de [2-(acrililoxi)etil]trimetilamonio (ADAM-Cl), calculado a partir de la cantidad de monómeros usada para el segundo polímero, polimerizándose el segundo polímero catiónico en presencia del primer polímero catiónico,

siendo el primer polímero y el segundo polímero miscibles entre sí.

2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por que el primer polímero tiene un peso molecular promedio ponderal de al menos 10 000 g/mol, preferiblemente en el intervalo de 10 000 g/mol a 350 000 g/mol, más preferiblemente 30 000 g/mol a 275 000 g/mol, incluso más preferiblemente 50 000 g/mol a 250 000 g/mol.

3. Método según la reivindicación 2, caracterizado por que el primer polímero tiene un peso molecular promedio ponderal en el intervalo de 120 000 g/mol a 350 000 g/mol, preferiblemente 125 000 g/mol a 275 000 g/mol, más preferiblemente 135 000 g/mol a 250 000 g/mol.

4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el segundo polímero es un polímero reticulado, obtenido por polimerización en presencia de al menos un agente reticulante.

5. Método según la reivindicación 4, caracterizado por que la cantidad de agente reticulante está en el intervalo de 0.25 mg/kg a 100 mg/kg de monómeros, preferiblemente 0.5 mg/kg a 10 mg/kg de monómeros, más preferiblemente 0.75 mg/kg a 5 mg/kg de monómeros.

6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el segundo polímero es un polímero lineal.

7. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la composición polimérica tiene una viscosidad estándar VS de 3.5 mPas a 5 mPas, preferiblemente 3.8 mPas a 4.8 mPas, medida con un contenido de sólidos del 0.1 % en peso en una disolución acuosa de NaCl (1 M), a 25 °C, usando un viscosímetro Brookfield DVII T con adaptador UL.

8. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el floculante que comprende la composición polimérica se añade en una cantidad de 1 a 40 kilos por tonelada de lodo seco, preferiblemente 2 a 30 kilos por tonelada de lodo seco, preferiblemente 4 a 20 kilos por tonelada de lodo seco.

9. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que el lodo biológico tiene una demanda biológica de oxígeno (DBO) > 50 mg/l y/o un contenido de sólidos secos en el intervalo de 5 g/l a 80 g/l.