(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 753 143**

(51) Int. Cl.:

C02F 5/12	(2006.01)
C02F 5/08	(2006.01)
C02F 5/00	(2006.01)
C02F 3/10	(2006.01)
C02F 1/56	(2006.01)
C02F 3/34	(2006.01)
B01D 61/14	(2006.01)
B01D 61/16	(2006.01)
C02F 3/12	(2006.01)
B01D 65/08	(2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.11.2010** **PCT/CN2010/001847**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **24.05.2012** **WO12065283**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2010** **E 10859776 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019** **EP 2640671**

(54) Título: **Procedimientos para mejorar los sistemas de biorreactores de membrana**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.04.2020

(73) Titular/es:

BL TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
5951 Clearwater Drive
Minnetonka, MN 55341, US

(72) Inventor/es:

WANG, SIJING;
VASCONCELLOS, STEPHEN, ROBERT y
WANG, JIANQIU

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 753 143 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

Procedimientos para mejorar los sistemas de biorreactores de membrana

Campo de la invención

La presente invención se refiere a procedimientos para mejorar los sistemas de biorreactor de membrana y, en particular, a procedimientos para acondicionar licor mixto microbiano y mejorar el flujo en los sistemas de biorreactor de membrana (MBR).

Antecedente de la invención

Las aguas residuales de plantas municipales e industriales pueden aclararse mediante el tratamiento biológico de las aguas residuales en un sistema de biorreactor de membrana (MBR). En un MBR, los microorganismos consumen compuestos orgánicos disueltos en el agua residual y las membranas tamizan los sólidos suspendidos o la biomasa del agua residual tratada (o licor mixto) para producir agua clarificada.

Una producción optimizada de agua clarificada depende de la eficiencia del sistema MBR y del flujo de las membranas. Las condiciones y cualidades de las poblaciones biológicas de los microorganismos en el sistema MBR afectarán el funcionamiento del MBR y la capacidad de filtración del licor mixto. Las sustancias en el licor mixto, tal como las sustancias poliméricas extracelulares, las sustancias orgánicas coloidales y solubles, pueden depositarse en las membranas, taponándolas y causando una mayor resistencia de la membrana y una disminución del flujo.

Se pueden agregar coagulantes inorgánicos y aditivos de partículas inertes a los sistemas MBR para acondicionar el licor mixto coagulando y floculando coloides y otras sustancias, lo que disminuye las sustancias solubles en el licor mixto y mejora la capacidad de filtración y el flujo de membrana. Sin embargo, estos aditivos pueden requerir intervalos de pH específicos y estrechos, pueden aumentar las concentraciones de lodo, provocar el desgaste de la membrana debido a la abrasividad de las partículas de aditivo de tratamiento o causar un taponamiento adicional de la membrana cuando los aditivos de tratamiento se alojan en los poros de la membrana.

Los polímeros catiónicos solubles en agua también están disponibles para acondicionar el licor mixto en el MBR y mejorar el flujo de membrana. Sin embargo, se necesitan grandes cantidades de polímeros catiónicos para un tratamiento efectivo. Se necesitan esfuerzos continuos para desarrollar y encontrar aditivos de tratamiento solubles en agua más mejorados y rentables para acondicionar el licor mixto en un sistema MBR para mejorar el flujo de membrana y mejorar la eficiencia de MBR. El documento WO 2010/053826 A2 divulga un procedimiento para acondicionar licor mixto en un biorreactor de membrana, que comprende dispersar un aditivo de tratamiento en el licor mixto, en el que dicho aditivo de tratamiento comprende un copolímero soluble en agua que comprende tanino.

Sumario de la invención

Se reivindica un procedimiento para acondicionar licor mixto en un biorreactor de membrana que comprende dispersar un aditivo de tratamiento en el licor mixto, en el que dicho aditivo de tratamiento incluye un copolímero de bloque soluble en agua, en el que el copolímero de bloque contiene dos segmentos como se muestra en la fórmula definida en la reivindicación 1.

Se reivindica además un procedimiento para mejorar el flujo en un biorreactor de membrana que comprende acondicionar licor mixto dispersando un aditivo de tratamiento en el licor mixto y haciendo pasar el licor mixto acondicionado a través de una membrana, en el que dicho aditivo de tratamiento incluye un copolímero de bloque soluble en agua, en el que el copolímero de bloque contiene dos segmentos como se muestra en la fórmula definida en la reivindicación 1.

Se reivindica además que un procedimiento para clarificar las aguas residuales incluye la adición de aguas residuales a un biorreactor de membrana, la preparación de un licor mixto agregando microorganismos al agua residual en presencia de oxígeno, el acondicionamiento del licor mixto dispersando un aditivo de tratamiento en el licor mixto, el filtrado del licor mixto acondicionado con una membrana para producir aguas residuales clarificadas, donde dicho aditivo de tratamiento incluye un copolímero de bloques soluble en agua, en el que el copolímero de bloques contiene dos segmentos como se muestra en la fórmula definida en la reivindicación 1.

Las diversas realizaciones proporcionan una eficiencia de MBR mejorada al aumentar la capacidad de filtración del flujo de membrana de lodo, limpiezas de membrana reducidas y riesgo reducido de problemas asociados con el manejo de flujos máximos. La eficiencia mejorada puede reducir los costes al permitir la operación del MBR con menos membranas, mayor flujo de membrana y limpiezas de membrana reducidas.

Descripción detallada de la invención

Las formas singulares "un", "una" y "el/la" incluyen referentes plurales a menos que el contexto indique

claramente lo contrario. Los puntos finales de todos los intervalos que recitan la misma característica son combinables independientemente e incluyen el punto final recitado. Todas las referencias se incorporan en la presente memoria por referencia.

El modificador "aproximadamente" usado en relación con una cantidad incluye el valor establecido y tiene el significado dictado por el contexto (por ejemplo, incluye los intervalos de tolerancia asociados con la medición de la cantidad particular).

"Opcional" u "opcionalmente" significa que el evento o circunstancia posteriormente descrito puede o no ocurrir, o que el material identificado posteriormente puede o no estar presente, y que la descripción incluye casos en los que el evento o circunstancia ocurre o donde el material está presente e instancias donde el evento o circunstancia no ocurre o el material no está presente.

"Soluble en agua" significa que el compuesto, tal como polímero, copolímero de bloque o monómero, que se describe como soluble en agua es soluble en agua o en una solución acuosa. En una realización, el término "soluble en agua" significa que el compuesto, copolímero de bloque o monómero que se describe es completamente miscible en agua o una solución acuosa.

"Insoluble en agua" significa que el compuesto, tal como polímero o monómero, que se describe como insoluble en agua no es soluble o es poco soluble en agua o en una solución acuosa.

En una realización, un procedimiento para acondicionar licor mixto en un biorreactor de membrana incluye dispersar un aditivo de tratamiento en el licor mixto, en el que dicho aditivo de tratamiento incluye un copolímero de bloque soluble en agua.

El licor mixto o lodo activado puede ser una mezcla de aguas residuales, microorganismos utilizados para degradar materiales orgánicos en las aguas residuales, material que contiene productos orgánicos derivados de especies celulares, subproductos celulares o productos de desecho, o desechos celulares. El licor mixto puede contener material coloidal y en partículas (biomasa o biosólidos), moléculas solubles o biopolímeros, tal como polisacáridos o proteínas.

Un sistema MBR combina el tratamiento biológico de aguas residuales y la filtración por membrana. El MBR puede ser cualquier tipo de sistema MBR. En una realización, un sistema MBR incluye membranas y un tanque de biorreactor que contiene microorganismos, que biodegradan el material orgánico en las aguas residuales. El tanque de biorreactor puede ser un tanque o reactor aeróbico y puede incluir otros tipos de reactores, tales como reactores anaeróbicos, reactores anóxicos o reactores aeróbicos adicionales. Las aguas residuales influyentes se pueden bombear o hacer fluir por gravedad en un tanque de biorreactor donde se pone en contacto con microorganismos para formar un licor mixto en presencia de oxígeno o aireación. El exceso de lodo activado puede bombearse fuera del tanque del biorreactor a un tanque de retención de lodo para mantener una edad de lodo constante en el biorreactor. El suministro de oxígeno o aireación puede ser proporcionado por sopladores.

En una realización, el licor mixto se filtra a través de membranas y se descarga agua clarificada del sistema. El licor mixto puede pasar a través de las membranas bajo presión o puede pasar a través de las membranas al vacío. El módulo de membrana puede sumergirse en el tanque de biorreactor o estar contenido en un tanque de membrana separado al que se bombean continuamente aguas residuales desde el tanque de biorreactor. La membrana puede ser una fibra hueca con un micro- o ultrafiltro de piel externa o un micro- o ultrafiltro de lámina plana (en pilas). Los materiales de la membrana pueden incluir, entre otros, polietileno clorado (PVC), fluoruro de polivinilideno (PVDF), poliacrilonitrilo (PAN), polisulfona (PSF), polietersulfona (PES), polivinilalcohol (PVA), acetato de celulosa (CA), celulosa regenerada (RC), así como materiales inorgánicos, tal como metálicos y cerámicos.

De acuerdo con la invención, el licor mixto está condicionado con la dispersión de un aditivo de tratamiento. El aditivo de tratamiento mejora el flujo de la membrana coagulando y floculando compuestos orgánicos solubles en el licor mixto para evitar el ensuciamiento de la membrana. El aditivo de tratamiento incluye un copolímero de bloque soluble en agua. El copolímero de bloque soluble en agua puede incluir monómeros solubles en agua y monómeros insolubles en agua. El copolímero de bloque puede incluir un segmento polimérico obtenido de la polimerización de monómeros hidrófobos o insoluble en agua unido a una cadena de polímero obtenida de la polimerización de uno o más monómeros solubles en agua.

De acuerdo con la invención, el copolímero de bloque contiene dos segmentos como se muestra en la siguiente fórmula:

-[E]-[D]-

en la que E es un segmento polimérico obtenido de la polimerización de uno o más monómeros hidrófobos o monómeros insolubles en agua, siendo dicho segmento polimérico un poli(2-etilhexil acrilato) (PEHA), y D es un segmento polimérico obtenido de la polimerización de uno o más más monómeros solubles en agua.

Los polímeros hidrófobos son insolubles en agua y se pueden preparar mediante precipitación o técnicas de polimerización en emulsión de uno o más monómeros hidrófobos. En una realización, los monómeros hidrofóbicos incluyen, pero no se limitan a, alquilacrilatos, alquilmetacrilamidasalquilacrilamidasalquilmetacrilatos, alquilstirenos, ésteres de alquilo superior de ácidos carboxílicos etilénicamente insaturados, ésteres de alquilarilo de ácidos carboxílicos etilénicamente insaturados, amidas etilénicamente insaturadas, vinil alquilatos en los que el grupo alquilo tiene al menos 8 carbonos, tales como vinil laureato y vinil estearato, éteres de alquil vinilo, tales como dodecil vinil éter y hexadecil vinil éter, N-vinil amidas, tales como N-vinil y vinil alquil éteres y arilalquilo, como t-butil estireno. Los ésteres de alquilo superiores de ácidos carboxílicos etilénicamente insaturados incluyen, pero no se limitan a, acrilato de alquil dodecil, dodecil metacrilato, tridecil acrilato, tridecil metacrilato, octadecil acrilato, octadecil metacrilato, medio éster etílico de anhídrido maleico, dietil maleato y otros ésteres de alquilo derivados de las reacciones de alcanoles que tienen de 8 a 20 átomos de carbono con ácidos carboxílicos etilénicamente insaturados, tales como ácido acrílico, ácido metacrílico, anhídrido maleico, ácido fumárico, ácido itacónico y ácido aconítico. Los ésteres de alquilarilo de ácidos carboxílicos etilénicamente insaturados incluyen, pero no se limitan a, acrilato de nonil-α-fenilo, metacrilato de nonil-α-fenilo, acrilato de dodecil-α-fenilo y metacrilato de dodecil-α-fenilo. Las amidas etilénicamente insaturadas incluyen, pero no se limitan a, N-octadecil acrilamida, N-octadecilmetacrilamida, N,N-dioctil acrilamida y derivados similares de las mismas.

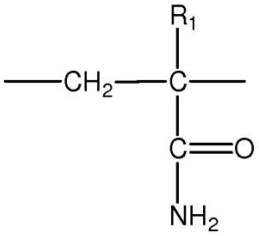
El monómero hidrófobo puede ser un alquilo acrilato. El grupo alquilo en el alquil acrilato tiene de 4 a 16 átomos de carbono. El monómero hidrófobo también puede ser 2-etilhexil acrilato. El 2-etilhexil acrilato se puede polimerizar mediante un iniciador de diperóxido, 2,5-dihidroperoxi-2,5-dimetilhexano para obtener poli(2-etilhexil acrilato) (PEHA). De acuerdo con la invención, E es un poli(2-etilhexilo acrilato) (PEHA).

De acuerdo con la invención, D es un segmento polimérico obtenido de la polimerización de uno o más monómeros solubles en agua. Los monómeros solubles en agua pueden ser no iónicos o catiónicos. D puede obtenerse a partir de la polimerización de un monómero catiónico, un monómero no iónico o una combinación de un monómero catiónico y un monómero no iónico.

De acuerdo con la invención, D tiene la fórmula:

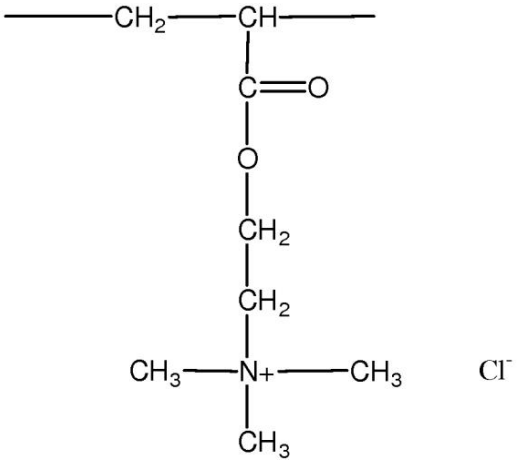
$$-[A]_x-[J]_y-$$

en la que A es un monómero no iónico de la fórmula:



en la que R_1 es hidrógeno o un grupo alquilo C_1-C_3

en la que J tiene la estructura:



y en la que x es 0 o un número entero positivo e y es 0 o un número entero positivo.

En una realización, la relación molar de x:y es de aproximadamente 0:100 a aproximadamente 95:5. En otra realización, la relación molar de x: y es de aproximadamente 10:90 a aproximadamente 75:25.

En una realización, R_1 es hidrógeno.

En otra realización, R_1 es metilo.

Los copolímeros de bloque pueden prepararse mediante una técnica de emulsión de agua en aceite. Tales procedimientos han sido divulgados en las patentes de Estados Unidos Nos. 3.284.393, Re. 28.474 y Re. 28.576. Los copolímeros resultantes también pueden aislarse adicionalmente mediante precipitación en un disolvente orgánico, tal como acetona, y secarse en forma de polvo. El polvo se puede disolver fácilmente en un medio acuoso para su uso.

Se pueden agregar agentes de ramificación, tales como polietilenglicoldi(met)acrilato, metilen bis(met)acrilamida, N-vinil acrilamida, alil glicidil éter, acrilato de glicidilo y similares, siempre que el copolímero en bloque resultante sea soluble en agua.

En una realización, el copolímero de bloque soluble en agua tiene un peso molecular promedio nominal dentro del intervalo de aproximadamente 100.000 a aproximadamente 8.000.000. El copolímero de bloque soluble en agua puede tener un peso molecular promedio nominal dentro del intervalo de aproximadamente 500.000 a aproximadamente 6.000.000. El peso molecular del copolímero de bloque no es crítico, siempre que sea soluble en agua.

La estructura del copolímero de bloque se puede sustanciar por medios convencionales, tales como por estudio de viscosidad en solución o espectroscopía de RMN C^{13}.

En una realización, el aditivo de tratamiento se dispersa en el licor mixto de cualquier manera convencional y se mezcla con el licor mixto antes de estar en contacto con la superficie de la membrana. El aditivo de tratamiento se puede agregar al licor mixto corriente arriba de las membranas. El aditivo de tratamiento también se puede agregar a un área del biorreactor donde se produce una mezcla intensiva o se le permite un tiempo de mezcla suficiente con el licor mixto, tal como cerca de una estación de bombeo, una boquilla de aireación o una tubería de reciclaje de lodos/licores mixtos.

El aditivo de tratamiento se dispersa en cualquier cantidad adecuada para acondicionar el licor mixto. Esta cantidad variará de acuerdo con el sistema particular para el que se desee el tratamiento y puede verse influida por las características del agua residual, tales como la turbidez, el pH, la temperatura, el caudal, la cantidad de agua, las concentraciones y propiedades de los licores mixtos, los sólidos en suspensión, el tamaño de flóculos, viscosidad y tipo de contaminantes presentes en el sistema. El aditivo de tratamiento puede añadirse en una cantidad de aproximadamente 0.1 ppm en volumen de polímeros activos a aproximadamente 100 ppm en volumen de polímeros activos, en base al volumen de aguas residuales. El aditivo de tratamiento también se puede agregar en una cantidad de aproximadamente 1 ppm en volumen de polímeros activos a aproximadamente 80 ppm en volumen de polímeros activos. El aditivo de tratamiento también se puede agregar en una cantidad de aproximadamente 10 ppm en volumen de polímeros activos a aproximadamente 50 ppm en volumen de polímeros activos, en base al volumen de aguas residuales.

En otra realización, el aditivo de tratamiento puede incluir otros polímeros solubles en agua o coagulantes inorgánicos. Los polímeros o coagulantes inorgánicos solubles en agua adicionales se pueden agregar por separado al licor mixto o en combinación con el copolímero de bloque soluble en agua. Estos polímeros y coagulantes adicionales trabajan en colaboración con el copolímero de bloque soluble en agua para acondicionar el licor mixto y mejorar el flujo en los sistemas MBR. Los polímeros o coagulantes adicionales pueden agregarse en cantidades efectivas para reducir la dosis del aditivo de tratamiento mientras se logra un rendimiento de mejora del flujo de membrana similar. En otra realización, el uso del aditivo de tratamiento puede reducir sustancialmente la cantidad de polímeros y coagulantes adicionales. Ejemplos de los polímeros solubles en agua pueden ser polímeros que contienen taninos, cloruro de polidialildimetilamonio (polyDADMAC), cloruro de polimetacriloiloxietiltrimetilamonio (polyMETAC) o copolímeros de cloruro de metilo de acrilato de N,N-dimetilaminoetilo (AETAC) y acrilamida (AM).

En una realización, los coagulantes inorgánicos pueden seleccionarse del grupo de compuestos inorgánicos que contienen Ca, Mg, Si, Al, Fe y combinaciones de los mismos. El coagulante inorgánico puede seleccionarse del grupo de sales inorgánicas o sus formas polimerizadas que contienen Al, Fe o combinaciones de los mismos. En otra realización, un procedimiento para mejorar el flujo en un biorreactor de membrana incluye acondicionar licor mixto dispersando un aditivo de tratamiento en el licor mixto y haciendo pasar el licor mixto condicionado a través de una membrana, en la que dicho aditivo de tratamiento incluye un copolímero de bloque soluble en agua.

El licor mixto se acondiciona con la dispersión de un aditivo de tratamiento. El aditivo de tratamiento mejora el flujo de la membrana coagulando y floculando compuestos orgánicos solubles en el licor mixto para evitar el ensuciamiento de la membrana. El aditivo de tratamiento incluye un copolímero de bloque soluble en agua, que se describe anteriormente.

En una realización, el aditivo de tratamiento se dispersa en el licor mixto de cualquier manera convencional y se mezcla con el licor mixto antes de estar en contacto con la superficie de la membrana. El aditivo de tratamiento

también se puede agregar al licor mixto corriente arriba de las membranas. El aditivo de tratamiento también se puede agregar a un área del biorreactor donde se produce una mezcla intensiva o se le permite un tiempo de mezcla suficiente con el licor mixto, tal como cerca de una estación de bombeo, una boquilla de aireación o una tubería de reciclaje de lodos/licores mixtos.

El aditivo de tratamiento se dispersa en cualquier cantidad adecuada para acondicionar el licor mixto. Esta cantidad variará dependiendo del sistema particular para el que se desee el tratamiento y puede verse influenciada por las características de las aguas residuales, tales como turbidez, pH, temperatura, caudal, cantidad de agua, concentraciones y propiedades de licor mixto, sólidos suspendidos, tamaño de flóculos, viscosidad y tipo de contaminantes presentes en el sistema. El aditivo de tratamiento puede añadirse en una cantidad de aproximadamente 0.1 ppm en volumen de polímeros activos a aproximadamente 100 ppm en volumen de polímeros activos, en base al volumen de aguas residuales. El aditivo de tratamiento también se puede agregar en una cantidad de aproximadamente 1 ppm en volumen de polímeros activos a aproximadamente 80 ppm en volumen de polímeros activos. El aditivo de tratamiento también se puede agregar en una cantidad de aproximadamente 10 ppm en volumen de polímeros activos a aproximadamente 50 ppm en volumen de polímeros activos, en base al volumen de aguas residuales.

En otra realización, el aditivo de tratamiento puede incluir otros polímeros solubles en agua o coagulantes inorgánicos como se describió anteriormente.

El biorreactor de membrana (MBR) y el licor mixto se describieron anteriormente. En una realización, el licor mixto acondicionado se filtra a través de membranas y el agua clarificada se descarga del sistema. El licor mixto acondicionado también puede pasar a través de las membranas bajo presión o puede pasar a través de las membranas al vacío. El módulo de membrana puede sumergirse en el tanque de biorreactor o estar contenido en un tanque de membrana separado al que se bombean continuamente aguas residuales desde el tanque de biorreactor. La membrana puede ser una fibra hueca con un micro o ultrafiltro de piel externa o un micro o ultrafiltro de lámina plana (en pilas). Los materiales de la membrana pueden incluir, entre otros, polietileno clorado (PVC), fluoruro de polivinilideno (PVDF), poliacrilonitrilo (PAN), polisulfona (PSF), polietersulfona (PES), polivinil alcohol (PVA), acetato de celulosa (CA), celulosa regenerada (RC), así como materiales inorgánicos, como metálicos y cerámicos.

En otra realización, un procedimiento para clarificar las aguas residuales incluye agregar aguas residuales a un biorreactor de membrana, preparar un licor mixto agregando microorganismos al agua residual en presencia de oxígeno, acondicionar el licor mixto dispersando un aditivo de tratamiento en el licor mixto, filtrar el licor mixto acondicionado con una membrana para producir aguas residuales clarificadas, donde dicho aditivo de tratamiento incluye un copolímero de bloque soluble en agua.

Las aguas residuales pueden provenir de plantas municipales e industriales y pueden contener sustancias poliméricas extracelulares y sustancias orgánicas coloidales y solubles.

El licor mixto se acondiciona con la dispersión de un aditivo de tratamiento. El aditivo de tratamiento incluye un copolímero de bloque soluble en agua, que se describe anteriormente. El aditivo de tratamiento puede dispersarse en el licor mixto de cualquier manera convencional y mezclarse con el licor mixto antes de estar en contacto con la superficie de la membrana. El aditivo de tratamiento se puede agregar al licor mixto corriente arriba de las membranas. El aditivo de tratamiento también se puede agregar a un área del biorreactor donde se produce una mezcla intensiva o se le permite un tiempo de mezcla suficiente con el licor mixto, tal como cerca de una estación de bombeo, una boquilla de aireación o una tubería de reciclaje de lodos/licores mixtos.

El aditivo de tratamiento se dispersa en cualquier cantidad adecuada para acondicionar el licor mixto. Esta cantidad variará dependiendo del sistema particular para el que se desee el tratamiento y puede verse influenciada por las características de las aguas residuales, tales como turbidez, pH, temperatura, caudal, cantidad de agua, concentraciones y propiedades de licor mixto, sólidos suspendidos, tamaño de flóculos, viscosidad y tipo de contaminantes presentes en el sistema. El aditivo de tratamiento puede añadirse en una cantidad de aproximadamente 0,1 ppm en volumen de polímeros activos a aproximadamente 100 ppm en volumen de polímeros activos, en base al volumen de aguas residuales. El aditivo de tratamiento también se puede agregar en una cantidad de aproximadamente 1 ppm en volumen de polímeros activos a aproximadamente 80 ppm en volumen de polímeros activos.

El aditivo de tratamiento también se puede agregar en una cantidad de aproximadamente 10 ppm en volumen de polímeros activos a aproximadamente 50 ppm en volumen de polímeros activos, en base al volumen de aguas residuales.

En otra realización, el aditivo de tratamiento puede incluir otros polímeros solubles en agua o coagulantes inorgánicos como se describe anteriormente.

El licor mixto acondicionado se puede filtrar a través de membranas para tamizar sólidos suspendidos o biomasa y se descarga agua clarificada desde el sistema. El licor mixto acondicionado puede pasar a través de las membranas bajo presión o puede pasar a través de las membranas al vacío. El módulo de membrana puede

sumergirse en el tanque de biorreactor o estar contenido en un tanque de membrana separado al que se bombean continuamente aguas residuales desde el tanque de biorreactor. La membrana puede ser una fibra hueca con un ultrafiltro de piel exterior, un microfiltro de lámina plana (apiladas) o una fibra hueca con un microfiltro de piel exterior. Los materiales de membrana pueden incluir, entre otros, polietileno clorado (PVC), fluoruro de polivinilideno (PVDF), poliacrilonitrilo (PAN), polisulfona (PSF), polietersulfona (PES), polivinil alcohol (PVA), acetato de celulosa (CA), celulosa regenerada (RC), así como materiales inorgánicos, tal como metálicos y cerámicos.

Con el fin de que los expertos en la técnica puedan practicar mejor la presente divulgación, los siguientes ejemplos se dan a modo de ilustración y no a modo de limitación.

Ejemplos

Ejemplo 1

Se tomaron muestras de licor mixto para analizar en los Ejemplos 1-3 de una Planta Municipal de Tratamiento de Aguas Residuales en el GE China Technology Center. Las muestras se tomaron de la línea de reciclaje de lodos activados donde la concentración de MLSS fue superior a 10 g/l.

Se realizó una prueba de jarra estándar con un Jar Tester (Phipps & Bird™) sobre cada muestra de prueba y muestra de control para asegurar una mezcla adecuada. Se agregaron cuatro alícuotas de 500 ml del licor mixto a cuatro jarras. Se añadió rápidamente a cada muestra un aditivo de tratamiento, Polímero A o Polímero B, en las cantidades que se muestran en la Tabla 1. También se preparó una muestra de control agregando 500 ml de licor mixto a una jarra de control sin la adición de un aditivo de tratamiento. Todas las muestras se agitaron rápidamente a 200 rpm durante 30 segundos y luego a una velocidad de agitación lenta de 50 rpm durante 15 minutos para mezclar completamente las muestras.

La capacidad de filtración del licor mixto para cada muestra, incluyendo la jarra de control, se evaluó mediante el procedimiento de prueba de tiempo de filtración (TTF). El procedimiento de prueba TTF se adaptó de los procedimientos estándar (APHA, 1992), procedimiento #2710H. Se colocó un papel de filtro de 9 cm (Whatman GF/C, No. de catálogo 1822 090) en un embudo Buchner y se humedeció para formar un buen sello. Se añadió una muestra de 200 ml de cada una de las muestras de licor mixto tratadas y la jarra de control a un embudo Buchner separado (como se preparó anteriormente). Se aplicó una presión de vacío de 51 kPa (15 pulgadas Hg) usando una bomba de vacío con un regulador de presión. Se midió el tiempo requerido para filtrar 50 ml (o el 25 % del volumen de muestra inicial (25 % -TTF)) de cada muestra de licor mixto y se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Muestra	Aditivo de tratamiento	Dosis (ppm)	25 %-TTF (s)	Reducción de 25 %-TTF en comparación con el control
Control	Ninguno	0	1484	0,0 %
1	Polímero A[1]	100	878	40,8 %
2	Polímero A[1]	250	44	97,0 %
3	Polímero B[2]	100	713	52,0 %
4	Polímero B[2]	250	13	99,1 %

[1] Polímero A contiene aproximadamente 38 % de sustancias activas (en peso) de un copolímero de bloque de AETAC/AM/EHA. Su peso molecular está en el intervalo de 4.000.000 a 6.000.000.

[2]El polímero B es otro producto de copolímero de bloque que contiene aproximadamente 45% de sustancias activas (en peso). El copolímero de bloque está polimerizado por monómeros de AETAC/AM/EHA y su peso molecular está en el intervalo de 4.000.000 a 6.000.000. Los monómeros de AETAC/AM/EHA se refieren al cloruro de metilo de acrilato de N, N-dimetilaminoetilo (AETAC), acrilamida (AM) y acrilato de 2-etilhexilo (EHA), respectivamente.

Los datos muestran una mejora muy significativa en la capacidad de filtración del licor mixto agregando el aditivo de tratamiento del Polímero A o el Polímero B.

Ejemplo 2

Se realizó una prueba de jarra estándar con un Jar Tester (Phipps & Bird™) en cada muestra de prueba siguiente y muestra de control para asegurar una mezcla adecuada. Se agregaron cinco alícuotas de 500 ml del licor mixto a cinco jarras. Se añadió un aditivo de tratamiento como se muestra en la Tabla 2 a cada muestra. También se preparó una muestra de control agregando 500 ml del licor mixto a un recipiente de control sin la adición de un aditivo de tratamiento. Todas las muestras se agitaron rápidamente a 200 rpm durante 30 segundos y luego a una velocidad de agitación lenta de 50 rpm durante 15 minutos para mezclar completamente las muestras.

La capacidad de filtración del licor mixto para cada muestra, incluyendo la jarra de control, se evaluó mediante el procedimiento de prueba TTF como se describe en el Ejemplo 1. Una muestra de 200 ml de cada una de las muestras de licor mixto tratado y la jarra de control se añadió a un embudo Buchner separado. Se aplicó una presión de vacío de 51 kPa (15 pulgadas Hg) usando una bomba de vacío con un regulador de presión. El tiempo requerido para filtrar 100 ml (o 50 % del volumen de muestra inicial (50 % -TTF)) de cada muestra de licor mixto se midió y se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Muestra	Dosis de Polímero C[1] (ppm)	Dosis de Polímero A[2] (ppm)	50%-TTF(s)	Reducción de 50%-TTF en comparación con el control
Control	0	0	1831	0,0 %
CE-5	500	0	258	85,9 %
6	300	20	311	83,0 %
7	400	10	297	83,8 %
8	400	15	243	86,7 %
9	400	20	184	90,0 %

[1] El polímero C contiene aproximadamente 38 % de sustancias activas (en peso) de un copolímero de bloque de tanino/AETAC en el que el porcentaje en peso de AETAC es aproximadamente 57.5 %. El peso molecular es de aproximadamente 75.000.

[2] El polímero A contiene aproximadamente 38 % de sustancias activas (en peso) de un copolímero de bloque de AETAC/AM/EHA. Su peso molecular está en el intervalo de 4.000.000 a 6.000.000.

Los datos muestran que el aditivo de tratamiento con el polímero que contiene tanino mejora la capacidad de filtración de las muestras de licor mixto. Con la ayuda del copolímero de bloque, la dosis del polímero que contiene tanino puede reducirse, mientras proporciona una buena capacidad de filtración. Como los copolímeros de bloque mostraron una capacidad de floculación muy fuerte, requirió una dosis mucho más baja para lograr la misma mejora de capacidad de filtración.

Ejemplo 3

Se realizó una prueba de jarra estándar con un Jar Tester (Phipps & Bird™) en cada muestra de prueba siguiente y muestra de control para asegurar una mezcla adecuada. Se agregaron seis partes alícuotas de 500 ml del licor mixto a seis jarras. Se añadió rápidamente un aditivo de tratamiento como se muestra en la Tabla 3 a cada muestra de prueba. También se preparó una muestra de control agregando 500 ml del licor mixto a una jarra de control sin la adición de un aditivo de tratamiento. Todas las muestras se agitaron rápidamente a 200 rpm durante 30 segundos y luego a una velocidad de agitación lenta de 50 rpm durante 15 minutos para mezclar completamente las muestras.

La capacidad de filtración del licor mixto para cada muestra, incluyendo la jarra de control, se evaluó mediante el procedimiento de prueba TTF como se describe en el Ejemplo 1. Una muestra de 200 ml de cada una de las muestras de licor mixto tratado y la jarra de control se añadió a un embudo Buchner separado. Se aplicó una presión de vacío de 51 kPa (15 pulgadas Hg) usando una bomba de vacío con un regulador de presión. El tiempo requerido para filtrar 100 ml (o 50 % del volumen de muestra inicial (50 % -TTF)) de cada muestra de licor mixto se midió y se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Muestra	Dosis de Polímero A[1] (ppm)	Dosis de coagulante[2] de alumbre (ppm)	Dosis de $FeCl_3$[3] (ppm)	50 %-TTF (s)	Reducción de 50 %-TTF en comparación con el control
Control	0	0	0	564	0,0 %
CE-10	0	0	500	144	74,5 %
CE-11	0	0	800	83	85,3 %
12	50	0	500	47	91,7 %
CE-13	0	500	0	130	77,0 %
CE-14	0	800	0	75	86,7 %
15	50	500	0	52	90,8 %

[1]El polímero y el coagulante de alumbre o $FeCl_3$ se agregaron al licor mixto por separado.

[2]El producto coagulante de alumbre era un producto acuoso de clorhidrato de aluminio ($Al_2(OH)_5Cl$) que contenía 50 % de principios activos.

[3]La solución de $FeCl_3$ se preparó directamente usando un reactivo químico anhidro de FeCl (Sinopharm Chemical Reagent Co., Ltd., China).

Los datos muestran que el copolímero en bloque se puede agregar junto con coagulantes inorgánicos en base a alumbre o férrico para mejorar la capacidad de filtración de las muestras de licor mixto. Con la ayuda del copolímero de bloque, la dosis de los coagulantes inorgánicos puede reducirse considerablemente.

Aunque se han establecido realizaciones típicas con fines ilustrativos, las descripciones anteriores no deben considerarse como una limitación del ámbito en la presente memoria. Por consiguiente, un experto en la técnica puede tener diversas modificaciones, adaptaciones y alternativas sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para acondicionar licor mixto en un biorreactor de membrana que comprende dispersar un aditivo de tratamiento en el licor mixto, en el que dicho aditivo de tratamiento comprende un copolímero de bloque soluble en agua, en el que el copolímero de bloque contiene dos segmentos como se muestra en la siguiente fórmula:

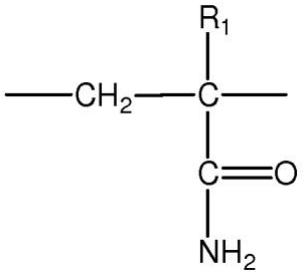
- [E]-[D]-

en la que E es poli(2-etilhexil acrilato) y D es un segmento polimérico obtenido de la polimerización de uno o más monómeros solubles en agua,

en la que D tiene la fórmula:

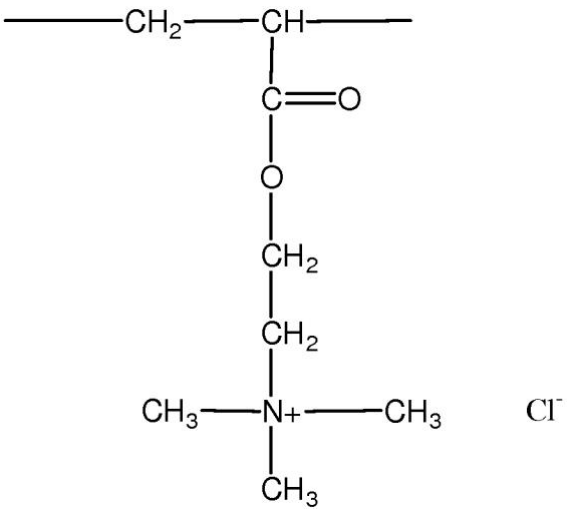
$-[A]_x-[J]_y-$

en la que A es un monómero no iónico de la fórmula:



en la que R_1 es hidrógeno o un grupo alquilo C_1-C_3,

J tiene la estructura:



y x es 0 o un entero positivo e y es 0 o un entero positivo.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la membrana en el biorreactor de membrana se selecciona del grupo que consiste en una fibra hueca con un microfiltro o ultrafiltro de piel externa y un ultrafiltro de lámina plana.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el material de membrana se selecciona del grupo que consiste en polietileno clorado, fluoruro de polivinilideno, poliacrilonitrilo, polisulfona, polietersulfona, polivinil alcohol, acetato de celulosa y celulosa regenerada.

4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el copolímero de bloque soluble en agua comprende monómeros solubles en agua y monómeros insolubles en agua;

en el que el copolímero de bloque comprende un segmento polimérico obtenido de la polimerización de monómeros hidrófobos o insolubles en agua unidos a una cadena de polímero obtenida de la polimerización de

uno o más monómeros solubles en agua.

5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el porcentaje molar de x:y es de aproximadamente 0:100 a aproximadamente 95:5.

6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el aditivo de tratamiento se agrega al licor mixto corriente arriba de las membranas.

7. Un procedimiento para mejorar el flujo en un biorreactor de membrana que comprende dispersar un aditivo de tratamiento en el licor mixto y hacer pasar el licor mixto a través de una membrana, en el que dicho aditivo de tratamiento comprende un copolímero de bloque soluble en agua, en el que el copolímero de bloque contiene dos segmentos como se muestra en la siguiente formula:

-[E]-[D]-

en la que E y D son como se definen en la reivindicación 1.

8. Un procedimiento para clarificar aguas residuales que comprende agregar aguas residuales a un biorreactor de membrana, agregar microorganismos a las aguas residuales para preparar un licor mixto, acondicionar el licor mixto con un aditivo de tratamiento, filtrar el licor mixto con una membrana para producir agua clarificada, donde dicho aditivo de tratamiento comprende un copolímero de bloque soluble en agua, en el que el copolímero de bloque contiene dos segmentos como se muestra en la siguiente fórmula:

-[E]-[D]-

en la que E y D son como se definen en la reivindicación 1.