

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA QUE TIENE INTEGRADAS LA FLOCULACIÓN Y LA DECANTACIÓN LASTRADA, Y PROCEDIMIENTO CORRESPONDIENTE

Campo de la invención

5 La invención se refiere al campo del tratamiento físico-químico del agua.

Con mayor precisión, la invención se refiere a una técnica que tiene como objetivo tratar el agua contaminada, tal como el agua a tratar para beber, las aguas residuales municipales e industriales, el agua de lluvia o el agua de mar, reduciendo el contenido de la materia suspendida en dicha agua, así como cuando sea aplicable la turbidez, la
10 concentración de algas y el contenido de materia orgánica, así como el color de esta.

La invención en particular tiene aplicación en el marco del tratamiento de agua para hacerla potable, pero también en el marco del tratamiento de agua residual municipal o industrial para purificarla.

Técnica anterior

15 Entre las técnicas para el tratamiento físico-químico del agua conocidas por los expertos en la técnica, se usan ampliamente las que implementan una etapa de coagulación, una etapa de floculación y una etapa de decantación del flóculo.

Para aumentar el rendimiento de estas técnicas, la etapa de floculación es asistida por la adición de un material de lastrado. En la práctica, la decantación con flóculo lastrado
20 consiste en añadir un lastre, por ejemplo micro arena, durante la etapa de floculación para aumentar la densidad del flóculo y acelerar la velocidad de la decantación. En general, el lastre se recicla después de separarse del lodo de decantación.

También se conoce a través de la patente FR2627704B1 un procedimiento para tratar el agua que comprende una etapa de coagulación, una etapa de floculación lastrada
25 y una etapa de separación de flóculos por decantación. Esta técnica incluye un reciclaje del lastre llevado a cabo mediante la hidrociclación del lodo.

Tal procedimiento permite reducir la materia orgánica contenida en el agua, pero requiere proporcionar un reactor de coagulación, un reactor de floculación y un decantador. Por lo tanto, la superficie de las instalaciones correspondientes es alto, aunque
30 frecuentemente se requiere que estas instalaciones estén en las inmediaciones de los

efluentes, no lejos o en un entorno urbano donde el espacio disponible para este tipo de instalación sea limitado y costoso.

En consecuencia, existe la necesidad real de reducir la superficie de estas instalaciones de tratamiento de agua.

5 Además, en las instalaciones del tipo descrito en FR267704B1, es necesario raspar continuamente el lodo decantado y, en ciertos casos, empujarlo dentro de una tolva para extraerlo. El uso de raspadores y, cuando seas aplicables tolvas, complica la ejecución de estas instalaciones y aumenta el costo de estas.

10 Otra desventaja de las instalaciones de la técnica anterior reside en el hecho de que los hidrociclones implementados para reciclar el lastre consumen una cantidad sustancial de energía. Además, su efectividad disminuye con el diámetro de las partículas a separar, lo que puede provocar pérdidas de lastre que pueden ser sustanciales. Por lo tanto, existe una necesidad real de mejorar el rendimiento del reciclaje del lastre en este tipo de procedimiento.

15 **Objetivos de la invención**

La invención tiene el objetivo de proponer una instalación para el tratamiento de agua mediante floculación y decantación con un flóculo lastrado que supere al menos algunas de las desventajas de la técnica anterior antes mencionada.

20 En particular, un objetivo de la presente invención es proponer una instalación tal que pueda tener una superficie que sea menor que la de las instalaciones de la técnica anterior, con capacidades de tratamiento equivalentes.

Otro objetivo más de la presente invención es proponer una instalación tal cuyo uso de esta implique una mejora en el rendimiento de la separación de líquidos-sólidos.

25 Otro objetivo más de la presente invención es proponer una instalación tal que pueda adaptarse a diferentes caudales de tratamiento y/o diferentes calidades del agua a tratar.

Otro objetivo más de la presente invención es describir una instalación tal que permita combatir la fuga de lastre durante el reciclaje de este último.

30 Otro objetivo más de la presente invención es proponer un procedimiento que implemente tal instalación de tratamiento de agua.

Divulgación de la invención

Todos o una parte de estos objetivos se logran debido a la invención que se refiere a una instalación para el tratamiento del agua que comprende:

medios para transportar el agua a tratar previamente coagulada,

5 un dispositivo de floculación-decantación proporcionado con los medios para distribuir al menos un reactivo floculante, los medios para distribuir al menos un lastre, los medios para extraer el lodo de decantación,

medios para retirar el agua tratada,

medios para separar dicho lastre contenido en el lodo lastrado,

10 y medios para reciclar dicho lastre limpio como tal a dicho dispositivo de floculación-decantación,

caracterizado porque:

dicho dispositivo de floculación-decantación comprende un tanque individual en la parte inferior del cual está dispuesto un agitador;

15 dicho tanque individual se proporciona con lamas en su parte superior;

dichas lamas están separadas de dicho agitador por una distancia "d" entre aproximadamente 0,5 metros y aproximadamente 3 metros.

El agua a tratar es agua previamente coagulada ya sea mediante inyección de coagulante en la línea de suministro de agua o en el reactor proporcionado aguas arriba de la instalación.

20

Durante la implementación de tal instalación, se integran la floculación y la decantación del agua en que se llevan a cabo en el mismo compartimento, es decir el tanque individual que recibe el agitador.

Con respecto a las instalaciones de la técnica anterior, en las que la floculación se lleva a cabo en un tanque y la decantación en otro, la superficie de la instalación de acuerdo con la invención es, por lo tanto, más pequeña. El dispositivo de floculación-decantación de acuerdo con la invención como tal permite agrupar durante la implementación de este la etapa de floculación lastrada y la etapa de la decantación, y como tal reduce sustancialmente el espacio de la instalación requerido para esta implementación.

25

Durante el uso de tal instalación, la floculación ocurre en la parte inferior del tanque proporcionado con el agitador. En esta parte, el agitador se coloca en contacto estrecho

30

con el lastre, el polímero y el agua coagulada, lo que conduce a la formación de agregados (flóculos) precipitados por el lastre.

La separación entre este flujo y el agua ocurre en la zona entre las paletas del agitador y las lamas. La distancia "d" que separa estos dos elementos, de acuerdo a la invención entre aproximadamente 0,5 metros y aproximadamente 3 metros, está diseñada para crear durante la implementación de la instalación, una zona en la que el agua no es o es muy poco agitada por el agitador. Esta zona tranquila es propicia para la separación de la materia sólida, formada por el lastre y el lodo, del resto del agua. La distancia "d" se entiende aquí como la distancia entre el plano horizontal que recibe el borde inferior de las lamas y el plano horizontal que recibe la parte superior del agitador (fuera del eje vertical y el motor).

Aún de acuerdo con la invención, el tanque se proporciona en su parte superior con lamas montadas paralelas entre sí, fijas o giratorias. Preferentemente, estas lamas están inclinadas por un ángulo formado por las lamas y el plano horizontal entre 15° y 60°. Estas lamas permiten crear una barrera física con respecto a las partículas finas que no han floculado y generar una pérdida de carga que proporciona una distribución equitativa entre las aberturas del paquete lamelar. Preferentemente, estas lamas están organizadas en un paquete lamelar cuya altura H está entre 0,3 metros y 1,4 metros.

Nótese que la instalación de acuerdo con la invención no requiere un raspador de lodo en la parte inferior del tanque.

En la práctica, el lastre se escoge entre arena, micro-arena, granate, ilmenita y cualquier otro material granular que tenga una densidad real superior a 2300 kg/m³-2,3 toneladas/m³. La adición de tal lastre como tal permite aumentar la densidad del flóculo y acelerar la velocidad de decantación de este. El término "lodo lastrado" significa el lodo de decantación mezclado con el lastre.

De acuerdo con una alternativa de la instalación de la invención, dichos medios para separar dicho lastre contenido en dicho lodo lastrado incluyen una bomba y un dispositivo de separación, siendo dicha bomba capaz de transportar dicho lodo lastrado dentro de dicho dispositivo de separación.

De acuerdo con otra alternativa, estos medios incluyen medios para inyectar aire en dicho lodo lastrado y un dispositivo de separación.

Tales medios para inyectar aire forman un *elevador de aire* mediante la inyección de burbujas de aire en una línea vertical para retirar el lodo lastrado. Tal *elevador de aire* permite favorecer la conducción del lastre debido a las burbujas y limpiar el lastre debido a los movimientos creados por las burbujas que generan una abrasión del aglomerado formado alrededor de este último, lo que permite separar el lastre del lodo.

Preferentemente, dicho dispositivo para separar el lodo y el lastre comprende un mezclador de paletas o miembro similar que gira a alta velocidad asociado con un decantador de pequeño tamaño. El mezclador de alta velocidad permite la disociación del lastre del resto del lodo la cual ya pudo haber comenzado durante el transporte del lodo lastrado al dispositivo de separación a través del elevador de aire. El decantador de tamaño pequeño permite recoger el lastre en su parte inferior y el lodo flotante en su parte superior. La flotación del lodo se puede mejorar al proporcionar una inyección de fluido tal como el aire. Este lodo, separado del lastre, se extrae para un tratamiento específico.

El agitador que se proporciona en el tanque individual se compone de diferentes formas. Como tal, comprende ventajosamente paletas montadas giratoriamente en un eje vertical. De acuerdo con una realización particularmente interesante, dicho agitador comprende además una guía de flujo cilíndrica dispuesta alrededor de dichas paletas.

Como tal, cuando se implementa un agitador tal, el agua circula dentro del tubo de guía de flujo desde arriba hacia abajo, y fuera de este último de abajo hacia arriba. Esto permite optimizar la mezcla de agua con el floculante y el lastre.

De acuerdo con otra alternativa interesante de la invención, dicho agitador comprende además un obstáculo estático localizado en el fondo del tanque centrada globalmente alrededor de dicho eje en la extensión del agitador, teniendo dicho obstáculo estático una superficie exterior que tiene, en un plano que pasa a través del eje, una dimensión transversal externa que aumenta al alejarse de las paletas paralelas a dicho eje, con una pendiente con respecto a este eje que es constante o creciente. La mezcla se conduce a lo largo de este eje hacia el obstáculo estático lo que impone trayectorias en una forma de U general que permite que el agua suba a la zona tranquila. El obstáculo estático también permite que el flóculo lastrado que se asienta se deposite en los ángulos.

La invención también se refiere a un procedimiento para tratar el agua que implementa la instalación descrita anteriormente, dicho procedimiento comprende una

etapa de coagulación, una etapa de floculación lastrada, una etapa de decantación y una etapa de separación y de reciclaje del lastre a dicha etapa de floculación lastrada, y caracterizada porque en dicha etapa de floculación lastrada y dicha etapa de decantación se llevan a cabo en dicho tanque individual.

5 Preferentemente, el procedimiento comprende las etapas de acuerdo con las cuales: se añaden un floculante y un lastre al agua previamente coagulada en el tanque individual;

el agua coagulada, el lastre y el floculante se mezclan en la parte inferior del tanque individual proporcionado con el agitador;

10 una zona tranquila no agitada se dispone en la parte superior del tanque individual, entre el agitador y el paquete lamelar, zona propicia para la decantación del flóculo formado;

el agua tratada se elimina por los medios para retirar el agua tratada proporcionada en la parte superior de dicho tanque después de transitar a través de dichas lamas;

15 el lodo se elimina mediante dichos medios para retirar el lodo lastrado; y, se inyecta aire en dicho lodo de tal manera que se extrae del mismo el lastre que este contiene y se limpia sin hidrociclación;

el lastre limpio se recicla al tanque individual y se extrae el lodo.

20 Por lo tanto, el procedimiento de acuerdo con la invención no implementa una etapa de hidrociclación. Esto permite reducir el consumo de energía requerido para la separación y reducir la fuga de material en términos de lastre.

Preferentemente, el tiempo de residencia del agua dentro de dicho tanque interno es entre 2 minutos y 30 minutos. Este tiempo de residencia dependerá de la naturaleza del agua a tratar, pero también de la naturaleza del lastre usado.

25 **Lista de figuras**

Otras características y ventajas de la invención aparecerán más claramente al leer la siguiente descripción de una realización preferente, proporcionada únicamente como una ilustración simple y no limitada, y de los dibujos adjuntos, entre los cuales:

30 - La figura 1 muestra esquemáticamente una realización de una instalación de acuerdo con la invención; y

- La figura 2 es un dibujo del agitador de la instalación de acuerdo con la figura 1.

Descripción de una realización de la invención

En referencia a la figura 1, la instalación de acuerdo con la invención comprende los medios para transportar 1 el agua a tratar que se ha coagulado previamente mediante la adición de un reactivo coagulante. La coagulación del agua puede llevarse a cabo en un reactor de coagulación proporcionado con los medios para distribuir un reactivo coagulante, así como los medios para agitar compuestos de un agitador de paletas montadas giratoriamente alrededor de un eje vertical. Esta coagulación también puede llevarse a cabo en línea inyectando un reactivo coagulante en una línea de suministro de agua bruta a tratar.

En la práctica, el reactivo coagulante puede ser orgánico o mineral. Se escogerá ventajosamente entre sulfato de aluminio, aluminato de sodio, cloruro férrico, sulfato férrico, sulfato ferroso, poliaminas (epiclorhidrina o Polydadm[®]), resinas de melamina-formol, polietileniminas, así como ciertos polímeros vegetales catiónicos.

La instalación comprende además un dispositivo de floculación-decantación 11 que comprende un tanque individual 12 proporcionado con un agitador 13. Este tanque 12 se proporciona en su parte central con un tubo 2 que recoge el agua coagulada suministrada por los medios 1 para transportarla en la parte inferior del tanque 2 por encima del agitador 13.

Este agitador 13 comprende paletas 16 montadas giratoriamente alrededor de un eje vertical 19. También en referencia a la figura 2, el agitador 13 también comprende una guía de flujo cilíndrica 17 formada a partir de una sección de tubo, y un obstáculo estático 18 centrado alrededor del eje 19. Este obstáculo 18 tiene una forma aproximadamente piramidal. El tubo de guía de flujo se mantiene en su lugar alrededor de las paletas debido a cuatro divisiones verticales 3, de las cuales dos pueden observarse en la figura 1, que se fijan a las paredes laterales del tanque 12 y se usan para mejorar el flujo hidráulico.

La instalación además comprende los medios para distribuir 5 un reactivo floculante en el tubo 2 del tanque 12. Como ejemplo, el reactivo floculante puede escogerse entre polímeros solubles en agua de origen vegetal o animal, y polielectrolitos solubles en agua con un alto peso molecular y diferentes ionicidades.

La instalación además comprende los medios para distribuir 6 un lastre en el tubo 2 del tanque 12. De acuerdo con la invención, este lastre está compuesto de un material

en polvo o en grano que tiene una densidad real superior a 2300 kilogramos por metro cúbico ~~2,3 toneladas por metro cúbico~~. Este es preferentemente arena, polvo de granate o polvo de ilmenita.

La parte superior del tanque 12 se proporciona además de un paquete lamelar compuesto por lamas inclinadas 10. Este paquete lamelar puede tener ventajosamente una altura H entre 0,3 m y 1,4 m. La parte inferior de este paquete se proporciona de una distancia "d" desde el agitador que puede variar en la práctica, de acuerdo con las realizaciones, entre 0,5 m y 3 m. Esta distancia "d" es aquella entre el plano horizontal que recibe la parte superior del agitador (fuera del eje 19), aquí la parte superior de la guía de flujo cilíndrica 17, y el plano horizontal que recibe el extremo inferior de las lamas del paquete lamelar 10.

Los medios para retirar 9 el agua tratada que incluyen una rampa se proporcionan en la parte superior del tanque 12

La instalación comprende además una línea vertical para retirar 14 el lodo, dicha línea 14 se proporciona dentro del tanque 12.

La instalación también comprende medios para separar dicho lastre contenido en dicho lodo lastrado seguido de los medios para el reciclaje 8 de dicho lastre limpio como tal a dicho dispositivo de floculación-decantación.

A modo de ejemplo, dichos medios de separación incluyen los medios para inyectar 15 aire en forma de burbujas en la línea 14, que permite la formación de un *elevador de aire*, y un dispositivo de separación 20 del lastre contenido en el lodo transportado por este elevador de aire. El dispositivo para la separación, al que llega el tubo 14, se proporciona de un mezclador de paletas 20a que giran a una velocidad alta seguida de un decantador de tamaño pequeño 20b provisto de una barra de inyección de aire 20c y una rampa para retirar el lodo flotado 20d.

Mediante el uso de un *elevador de aire* es posible no solo llevar el lodo al dispositivo de separación sino también cebar la separación del lastre que contiene y, como tal, reducir la pérdida de lastre causada por la separación.

De acuerdo con la invención, los medios para separar no incluyen un hidrociclón.

Ahora se describirá el funcionamiento de dicha instalación.

El agua coagulada se transporta por los medios 1 al tanque 12 en la parte inferior

de este último en tránsito a través del tubo 2. El floculante y el lastre se transportan a través del tubo 2 en la parte inferior del tanque 12 respectivamente por los medios 5 y 6. En esta parte inferior, el movimiento giratorio de las paletas 16 permite mezclar íntimamente el agua coagulada, el lastre y el floculante. Esta mezcla y la floculación se optimizan debido a la guía de flujo cilíndrica 17 y al obstáculo estático 18. Esta mezcla experimenta un movimiento dentro de la guía de flujo 17 desde arriba hacia abajo y después fuera de la guía de flujo 17 desde abajo hacia arriba como se indica con las flechas en la figura 1.

La velocidad de las paletas 16 del agitador 13 está diseñada de tal manera que, entre el agitador y el paquete lamelar, la mezcla de agua, el lastre y el polímero exhiben una zona tranquila propicia para la decantación del flóculo al fondo del tanque. La decantación de este flóculo se acelera debido a la presencia del lastre que este contiene.

El agua separada del flóculo entonces transita en el paquete lamelar 10 que permite retener las partículas finas que este contiene que no flocularon. El agua tratada se elimina después por los medios 9 que comprenden una rampa, en la parte superior del tanque 12.

El lodo se extrae del tanque 12 por la línea 14 al pie de la cual se suministra aire por los medios 15. El elevador de aire creado conduce las burbujas al dispositivo para la separación 20 y permite cebar la separación del lastre del resto del lodo. Esta separación se completa en el dispositivo 20. El lastre limpio se reintroduce por la línea 8 en el tanque 12 del dispositivo 11 y se extrae el lodo por la rampa 20d para un tratamiento específico.