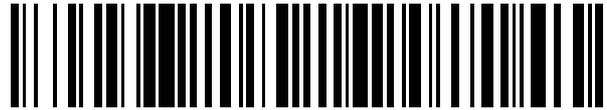


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 547 023**

21 Número de solicitud: 201590075

51 Int. Cl.:

C02F 3/30 (2006.01)

C02F 3/34 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

12.09.2013

43 Fecha de publicación de la solicitud:

30.09.2015

56 Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2013/070631

71 Solicitantes:

ACCIONA AGUA, S.A. (100.0%)

Avd. Europa, 22

28108 Alcobendas (Madrid) ES

72 Inventor/es:

PÉREZ VIZUETE, Carme;

HERNANDEZ ROMERO, Cristina;

RODRIGUEZ LOPEZ, Carlos;

LARREA URCOLA, Luis y

IRIZAR PICON, Ion

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE ELIMINACIÓN DE NITRÓGENO POR VÍAS ANAERÓBICAS SOBRE SOPORTE PLÁSTICO**

57 Resumen:

Procedimiento de eliminación de nitrógeno por vías anaeróbicas sobre soporte plástico.

La presente invención se refiere a un procedimiento para la eliminación de nitrógeno de aguas residuales que comprende las siguientes etapas:

a) nitrificación parcial del amonio por bacterias autótrofas amonioxidantes;

b) eliminación anaeróbica del nitrógeno inorgánico de las aguas provenientes de (a) por bacterias autótrofas anaeróbicas;

caracterizado porque las bacterias autótrofas amonioxidantes de la etapa (a) y las bacterias autótrofas anaeróbicas de la etapa (b) están en forma de biopelícula sobre un soporte y;

caracterizado porque las etapas (a) y (b) se llevan a cabo en tanques diferentes.

ES 2 547 023 A1

PROCEDIMIENTO DE ELIMINACIÓN DE NITRÓGENO POR VÍAS ANAERÓBICAS SOBRE SOPORTE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN

5

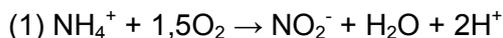
La presente invención se refiere a un procedimiento para tratar aguas residuales con altos contenidos de nitrógeno por medio de distintas biomasas autótrofas. Por tanto, la invención se podría encuadrar en el sector técnico de procedimientos de depuración de aguas residuales.

10

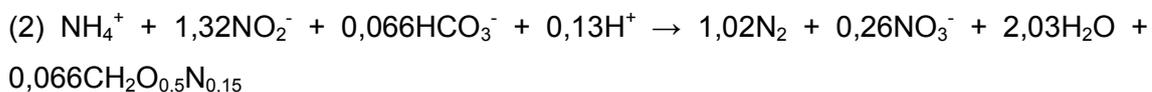
ESTADO DE LA TÉCNICA

15

En la actualidad, las tecnologías más innovadoras para eliminar nitrógeno del licor de retornos de fangos se basan en la existencia de dos reacciones bioquímicas por bacterias:



20



25

La primera reacción denominada "Nitritación Parcial" es realizada por bacterias amonioxidantes (X_{NH}) y el alto amonio del licor se transforma parcialmente en nitrito, requiriendo, por tanto, un menor consumo de oxígeno, respecto a la nitrificación total. En la segunda reacción, realizada por bacterias autótrofas anaeróbicas (X_{AN}), el amonio y el nitrito resultantes de la primera reacción se transforman fundamentalmente en nitrógeno gas y una pequeña fracción de nitrato. El conjunto de las dos reacciones se denomina "Desamonificación".

30

Para llevar a cabo estas reacciones, el mercado ofrece básicamente 3 tecnologías:

35

1) Procedimiento con biomasa en biopelícula granular, pudiéndose llevar a cabo las dos reacciones bien en 2 reactores o tanques separados (Sharon®-Anammox ®, descrito en la patente US6383390B1) o bien en un único reactor donde interaccionan ambas biomasas y reacciones (Anammox®, descrito en la patente WO9807664A1)

2) Procedimiento DEMON® con biomasa en suspensión en un único reactor, descrito en la patente US2009272690A1; y

5 3) Procedimiento Anita-mox® con biomasa en biopelícula sobre soporte plástico en un único reactor. La implantación de estas tecnologías en estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) urbanas está todavía poco extendida, lo cual se atribuye a la complejidad de las mismas. Con el objeto de ahorrar costes de inversión debido al alto precio del relleno utilizado, se intenta mantener los dos pasos obligatorios del proceso en una única biopelícula (en lugar de dos diferenciadas como el objeto de esta
10 invención), es decir, sobre un mismo relleno en un único tanque se intenta generar una biopelícula que en su capa externa esté colonizada por microorganismos nitrificantes (amoniooxidantes), que es donde se necesita las condiciones aeróbicas, y en sus capas internas (donde el oxígeno no llega) se desarrollan las bacterias autótrofas anaeróbicas. Mantener este equilibrio requiere un control muy fino de las condiciones
15 de operación para no desequilibrar este desarrollo de biopelícula multipoblacional.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

20 La presente invención se refiere a un procedimiento para la eliminación de nitrógeno de aguas residuales, mediante una tecnología que se caracteriza por ser sencilla y robusta, gracias a que se basa en los siguientes aspectos:

1. Se desarrollan biomasa en biopelícula y suspensión, en vez de únicamente biomasa en suspensión (procedimiento Demon) ya que ello permite operar con unas
25 concentraciones de oxígeno disuelto en el seno del líquido (1-2 mg/l) no tan bajas como en otros métodos (0,2 mg/l en Demon) y sistemas de control de oxígeno disuelto (OD) y pH menos complicados o sofisticados. Además hay que tener en cuenta que tanto las bacterias amonioxidantes (X_{NH}) como las bacterias autótrofas anaeróbicas tienden a generar biopelículas de modo natural, es decir, que si hay un soporte, las
30 bacterias generan biopelículas. .

2. Se emplea biopelícula sobre soporte plástico, ya que los tanques son geoméricamente mucho más sencillos frente al procedimiento granular que requiere una hidrodinámica especial, ya que requiere que los tanques (o reactores) tengan

geometría alargada. Además para que se formen dichos gránulos, se necesitan unas condiciones de agitación muy especiales.

5 3. Se emplean dos tanques frente a un único tanque empleado en el estado del arte con el fin de disponer de mayor flexibilidad para el control automático basado en sensores online. Ello proporciona una mayor estabilidad de la biopelícula y del funcionamiento de cada uno de los tanques y por tanto una mayor robustez del sistema global ante las lógicas variaciones en las características del licor de retorno.

10 4. Se ahorra 60% de consumo de oxígeno y 100% de la fuente de carbono con respecto a la predesnitrificación-nitrificación convencional.

Por tanto, las ventajas del procedimiento de la presente invención son:

15 - El proceso produce un menor consumo de oxígeno que en los procesos convencionales.

- No es necesaria materia orgánica para eliminar la especie oxidada de nitrógeno.

20 - La implantación de este sistema en una planta existente es fácil ya que es un elemento fuera del proceso principal.

25 - Gran parte de las bacterias que participan en los diferentes procesos están fijas sobre una biopelícula móvil, lo que hace que estén retenidos en sus respectivos tanques ante cualquier eventualidad del proceso, ya sea hidráulica, química o biológica.

30 Por tanto, un primer aspecto de la presente invención se refiere a un procedimiento para la eliminación de nitrógeno de aguas residuales que comprende las siguientes etapas:

a) nitrificación parcial del amonio de las aguas residuales por bacterias autótrofas amoniooxidantes;

35 b) eliminación anaeróbica del nitrógeno inorgánico de las aguas provenientes de (a) por bacterias autótrofas anaeróbicas;

caracterizado porque las bacterias autótrofas amonioxidasantes de la etapa (a) y las bacterias autótrofas anaeróbicas de la etapa (b) están en forma de biopelícula sobre un soporte y;

5

caracterizado porque las etapas (a) y (b) se llevan a cabo en tanques diferentes.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

10 Un primer aspecto de la presente invención se refiere a un procedimiento para la eliminación de nitrógeno de aguas residuales que comprende las siguientes etapas:

a) nitrificación parcial del amonio de las aguas residuales por bacterias autótrofas amonioxidasantes;

15

b) eliminación anaeróbica del nitrógeno inorgánico de las aguas provenientes de (a) por bacterias autótrofas anaeróbicas;

20 caracterizado porque las bacterias autótrofas amonioxidasantes de la etapa (a) y las bacterias autótrofas anaeróbicas de la etapa (b) están en forma de biopelícula sobre un soporte y;

caracterizado porque las etapas (a) y (b) se llevan a cabo en tanques diferentes.

25 Por "aguas residuales" (también llamados efluentes con altos contenidos de nitrógeno) se entiende los escurridos obtenidos en deshidratación de fangos digeridos anaeróbicamente, donde la concentración de amonio puede alcanzar niveles de hasta 1000 mg/l. En el caso en que las concentraciones fueran superiores a 1000 mg/l, podría haber una etapa previa en la que se diluyen las aguas residuales con agua,
30 para ajustar la concentración de la entrada. Esta dilución se puede llevar a cabo en el depósito de retención.

Por el término "nitrificación parcial" se entiende a la oxidación del amonio a nitrito, donde el estado de oxidación de nitrógeno varía de -3 a 3.

35

La etapa (a) de nitrificación parcial que tiene como objetivo transformar parcialmente la concentración de amonio del licor de retornos en nitrógeno de nitrito mediante bacterias amonioxidantes (X_{NH}) tanto en suspensión en el seno del líquido del tanque como (mayormente) adheridas en forma de biopelícula a un soporte plástico. Las bacterias nitrificantes (X_{NO}) se eliminan por lavado, para minimizar la oxidación de nitrito a nitrato. En las condiciones del procedimiento de la invención, la concentración de nitrato en el tanque donde se lleva a cabo la etapa (a) es de 40 mg/l a 100 mg/l, preferiblemente de 60 mg/l a 80 mg/l.

Con el fin de conseguir un funcionamiento apropiado, el grado de transformación del amonio debe de ser del 60% con precisión y de forma estable y robusta. Para ello, el tanque está dotado de un sistema de control automático basado en sensores online de OD, NH_4^+ y NO_3^- . La DBO (demanda biológica de oxígeno) del licor de retornos se elimina en este mismo tanque mediante su transformación en CO_2 y bacterias heterótrofas que crecen en suspensión y biopelícula. El sistema de control permite minimizar la inhibición de las bacterias amonioxidantes por DBO.

Por el término “bacterias autótrofas amonio-oxidantes” (X_{NH}) se entiende los microorganismos procariotas que obtienen la energía para su metabolismo a partir de la reacción de oxidación de amonio con oxígeno (como por ejemplo las nitrosomonas). Está claro para cualquier experto en el campo qué bacterias son autótrofas amonio-oxidantes. Las más comunes son bacterias del genero nitrosomonas o nitrosococcus.

Por el término “eliminación anaeróbica del nitrógeno” se entiende la eliminación de nitrógeno a través de procesos biológicos en los que hay ausencia de oxígeno molecular.

La eliminación anaeróbica del nitrógeno tiene como objetivo transformar en nitrógeno gas el amonio y nitrito salientes del tanque de nitrificación parcial, mediante bacterias autótrofas anaeróbicas tanto en suspensión en el seno del líquido del tanque como (mayormente) en biopelícula de un soporte plástico. Para evitar la inhibición de estas bacterias por nitrito, el tanque está dotado de un sistema de control automático basado en un sensor online de NH_4^+ , permitiendo así un funcionamiento estable, robusto y fiable.

35

Por el término “bacterias autótrofas anaeróbicas” se entiende a los microorganismos procariotas que obtienen la energía para su metabolismo a partir de la oxidación del amonio en condiciones de ausencia de oxígeno (como los platomicetes). Está claro para cualquier experto en el campo qué bacterias son autótrofas anaeróbicas. La más
5 común es la Candidatus Brocadia anammoxidans, que se suele desarrollar mayoritariamente.

Por el término “biopelícula” se entiende un conglomerado de microorganismos que se generan en las superficies expuestas a la actividad de microorganismos. Suele estar
10 compuesta por bacterias y otro tipo de microfauna (protozoos, etc) junto con productos de secreción de estas (exopolímeros) y otro tipo de compuestos tanto orgánicos como inorgánicos (embebidos en los exopolímeros). La biopelícula se fija en unos soportes plásticos, preferiblemente móviles, que son retenidos en los tanques mediante los correspondientes dispositivos de retención en las salidas de los mismos.

15 En una realización del primer aspecto de la presente invención, el soporte es móvil. Este soporte puede tener diferentes geometrías y composiciones. Preferiblemente el soporte está formado por un material plástico, con una densidad menor que el agua para que al flotar la operación en el sistema de aireación sea más fácil.

20 En otra realización del primer aspecto de la presente invención, las bacterias autótrofas amoniooxidantes de la etapa (a) y las bacterias autótrofas anaeróbicas de la etapa (b) además están en suspensión.

25 En otra realización del primer aspecto de la presente invención, la concentración de amonio en las aguas residuales a la entrada del tanque donde se lleva a cabo la etapa (a) es de 400 mg/l a 1000 mg/l, preferiblemente de 600mg/l a 800 mg/l. Como ya se ha comentado previamente, si las aguas residuales tuvieran una concentración de amonio mayor a 1000 mg/l, sería necesario una etapa previa de dilución de dichas aguas
30 antes de introducirlas en el tanque donde se lleva a cabo la etapa (a).

En el contexto de la invención, por concentración de un compuesto a la entrada de una etapa x (o del tanque en el que tiene lugar la etapa x) quiere decir la concentración del flujo de entrada, antes de que tenga lugar la etapa x. Por concentración en la etapa x
35 (o en el tanque en el que tiene lugar la etapa x) quiere decir la concentración dentro

del tanque, una vez ha tenido lugar la etapa x. Esta última concentración coincidirá obviamente con la concentración de dicho compuesto a la salida de la etapa x (o del tanque en el que tiene lugar la etapa x).

5 En otra realización del primer aspecto de la presente invención, el tanque donde se lleva a cabo la etapa (a) es un taque aireado. Preferiblemente, la concentración de oxígeno disuelto en el tanque donde se lleva a cabo la etapa (a) es de 1,3 mg/l a 3,0 mg/l.

10 En otra realización del primer aspecto de la presente invención, el ratio $\text{NO}_2^-/\text{NH}_4^+$ en el tanque donde se lleva a cabo la etapa (a) es de 1 a 1,5, preferiblemente el ratio $\text{NO}_2^-/\text{NH}_4^+$ en el tanque donde se lleva a cabo la etapa (a) es 1,3. Este es el ratio ideal para que la reacción de la etapa (b) se lleve a cabo de manera eficiente.

15 En otra realización del primer aspecto de la presente invención, el pH en el tanque donde se lleva a cabo la etapa (a) es de 6 a 8, preferiblemente de 6,5 a 7,5.

En otra realización del primer aspecto de la presente invención, la etapa (a) se lleva a cabo a una temperatura de 20°C a 40°C, preferiblemente de 30°C a 35°C.

20

En otra realización del primer aspecto de la presente invención, la concentración de nitrato en el tanque donde se lleva a cabo la etapa (b) es de 130 a 80 mg/l.

25 En otra realización del primer aspecto de la presente invención, el pH en el tanque donde se lleva a cabo la etapa (b) es de 7 a 9,5, preferiblemente, de 7,5 a 8,5.

30 En otra realización del primer aspecto de la presente invención, cuando la concentración de nitrito en el tanque donde se lleva a cabo la etapa (b) es superior a 80 mg/l, el tanque donde se lleva a cabo la etapa (b) se alimenta directamente de aguas residuales.

35 En la etapa (b) se eliminan nitrito y amonio. Sin embargo, un aumento en la concentración de nitrito en la etapa (b) inhibe irreversiblemente el proceso de eliminación anaeróbica del nitrógeno. Por eso, cuando por el sistema de control se detecta que la concentración de nitrito en la etapa (b) es superior a 80 mg/l, se activa

el primer sistema para restablecer el equilibrio: se inicia la alimentación del tanque donde se lleva a cabo la etapa (b) con aguas residuales (las mismas que se utilizan a la entrada de la etapa (a)). De esta manera, se aumenta la concentración de amonio en la etapa (b) y se restablece el ratio $\text{NO}_2^-/\text{NH}_4^+$ necesario para la eliminación anaeróbica del nitrógeno.

En otra realización del primer aspecto de la presente invención, el procedimiento además comprende una etapa (c) de separación de la biomasa en suspensión de las aguas tratadas provenientes de la etapa (b).

Por el término "biomasa en suspensión" se entiende la biomasa no asociada a la biopelícula y que se encuentra inmersa en el seno del líquido de los tanques. Esta biomasa comprende el total de los organismos vivos autótrofos que participan en el proceso del que es objeto la invención, así como bacterias heterótrofas que también existen en el medio. La biomasa autótrofa está formada por bacterias autótrofas anaeróbicas.

Esta separación permite almacenar las bacterias autótrofas anaeróbicas que pueden ser retornadas al tanque de desnitrificación para absorber instantáneamente variaciones bruscas de las características del agua entrante en el mismo. Ello proporciona un grado adicional de control y robustez del sistema global.

Es decir, en otra realización del primer aspecto de la presente invención, cuando la concentración de nitrito en el tanque donde se lleva a cabo la etapa (b) es superior a 80 mg/l, la biomasa separada en la etapa (c) se recircula a la etapa (b).

Cuando, debido a una concentración de nitrito en la etapa (b) superior a 80 mg/l se ha iniciado la alimentación con aguas residuales al tanque donde se lleva a cabo la etapa (b), y si esta no fuera suficiente para restablecer el ratio $\text{NO}_2^-/\text{NH}_4^+$ necesario para la eliminación anaeróbica del nitrógeno, se llevaría a cabo una recirculación de la biomasa separada en la etapa (c) hacia la etapa (b), con el fin de aumentar la actividad.

En otra realización del primer aspecto de la presente invención, hay un depósito de retención anterior al tanque de la etapa (a). Este depósito de retención limita el caudal

5 discontinuo de las aguas residuales de los desagües que pueden tener modelos muy diferentes de una instalación a otra. De esta forma, el caudal al tanque en el que se lleva a cabo la reacción a (Q alimentado) es continuo y está regulado mediante el sistema de control automático. El depósito de retención también sirve como un sedimentador para eliminar los sólidos suspendidos.

10 Siguiendo el diagrama de la Figura 1, el sistema de control automático implica las siguientes estrategias, teniendo en cuenta que el sistema de control automático del sistema se basa en el uso de (N-NH_4^+) (nitrógeno en forma de amonio) y N-NO_3^- (nitrógeno en forma de nitrato)) como analizadores de nutrientes, basado en unos sensores colocados a lo largo del sistema, preferiblemente en los reactores o tanques (T_a, T_b):

15 - según el control automático de oxígeno disuelto (C_b) en el tanque de nitrificación parcial del amonio o NIPAR (T_a), el caudal de aire (Q_a) es manipulado automáticamente de acuerdo con las discrepancias entre el valor de ajuste de oxígeno disuelto y las mediciones de oxígeno disuelto en el reactor NIPAR (T_a);

20 La regulación automática del valor de ajuste de oxígeno disuelto: el valor de ajuste de oxígeno disuelto se modifica automáticamente de acuerdo con:

- Un valor de pre-ajuste para la relación entre las concentraciones de NO_2^- y de N-NH_4^+ en el reactor NIPAR (T_a) [valor de ajuste de $\text{N-NO}_2^- / \text{N-NH}_4^+$]

25 - La medición de N-NH_4^+ en el reactor NIPAR (C_b)

- La estimación indirecta de la concentración de N-NO_2^- en el reactor NIPAR (T_a) a partir de las mediciones directas de N-NH_4^+ en el depósito de retención (D) y del caudal de alimentación (Q_{alim});

30

El control automático del N-NH_4^+ (C_c) en el tanque de eliminación anaeróbica del nitrógeno (ANAMMOX) (T_b): La fracción del caudal de alimentación que se desvía al tanque ANAMMOX (T_b) (F_{alim}) y el Q_r (caudal de recirculación de fangos) se manipulan automáticamente de acuerdo con:

35

- Un valor de ajuste de $N-NH_4^+$ en el reactor tanque de eliminación anaeróbica del nitrógeno;

5 - La estimación indirecta de la concentración de $N-NO_2^-$ en el tanque de eliminación anaeróbica del nitrógeno (T_b) a partir de las mediciones directas de $N-NH_4^+$ y $N-NO_3^-$ (C_c) en el tanque de eliminación anaeróbica del nitrógeno.

10 A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra "comprende" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y figuras se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención.

15 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

FIG. 1. Diagrama del procedimiento. W: agua residual; D: depósito de retención; C_a : Control a, NH_4^+ ; Q_{alim} : caudal de alimentación; F_{alim} : fracción del caudal de alimentación que es desviado al tanque b; T_a : Tanque a (NIPAR); Q_a : caudal de aire; C_b : Control b, oxígeno disuelto y amonio; T_b : Tanque b (de eliminación anaeróbica del nitrógeno o ANAMMOX); Q_r : caudal de recirculación del sedimentador al tanque b; C_c : Control c, amonio y nitratos; S: sedimentador.

20

EJEMPLOS

25

A continuación se ilustrará la invención mediante unos ensayos realizados por los inventores, que pone de manifiesto la efectividad del procedimiento de la invención.

Ejemplo 1. Ejemplo de realización del procedimiento de la invención

30

El procedimiento de la invención se inicia con un depósito de retención (D) de $2m^3$ donde se recoge el licor de la deshidratación de fango digerido anaeróticamente que contiene una concentración de amonio de 750 mg/l. En este depósito de retención hay un sistema de control (C_a) que toma lectura de la concentración de amonio.

35

Este licor se alimenta con un caudal de 83 l/h al tanque de nitrificación parcial (NIPAR), tanque a, T_a) de 2m^3 con lo que el tiempo de retención hidráulico (TRH) es de 1 día. Este reactor está relleno en un 50% del volumen con un soporte plástico móvil que tiene una superficie específica de $500\text{ m}^2/\text{m}^3$, donde crecen bacterias amonioxidantes (X_{NH}) que también se desprenden al seno del líquido en forma de sólidos suspendidos. El pH se mantiene en 6,4 sin requerirse la adición de reactivos químicos. Mediante un control automático del oxígeno disuelto en 2,6 mg/l (valor de ajuste), realizado a través de la regulación del caudal de aire (Q_a) y de la medida de NH_4^+ y del oxígeno disuelto (C_b), se consigue un valor de la relación de nitrito/amonio ($\text{NO}_2^-/\text{NH}_4^+$) de 1,3 ($\text{NH}_4^+ = 308\text{ mg/l}$, $\text{NO}_2^- = 398\text{ mg/l}$) y de nitrato (NO_3^-) de 36 mg/l.

El líquido efluente del tanque de nitrificación parcial (T_a), se alimenta con un caudal de 77 l/h al tanque de eliminación anaeróbica del nitrógeno (tanque b, T_b) de $1,6\text{ m}^3$ con lo que el TRH es de 0,9 días. El caudal sobrante (6 l/h) se descarga en un sumidero. El tanque de eliminación anaeróbica del nitrógeno (T_b) está relleno en un 50% del volumen con un soporte plástico que tiene una superficie específica de $500\text{m}^2/\text{m}^3$, donde crecen bacterias autótrofas anaeróbicas que también se desprenden al seno del líquido en forma de sólidos suspendidos. En este tanque b hay un sistema de control (C_c) que toma lectura de la concentración de amonio y de nitrato. Dado que el líquido entrante tiene un ratio $\text{NO}_2^-/\text{NH}_4^+$ de 1,3 y NO_3^- de 36 mg/l; se consigue una elevada y equilibrada eliminación de amonio y nitrito, llegando a valores de $\text{NH}_4^+ = 15\text{ mg/l}$, $\text{NO}_2^- = 10\text{ mg/l}$.

El nitrato aumenta desde 36 a 100mg/L. En definitiva el rendimiento de eliminación del nitrógeno $(\text{NH}_4^+_{,\text{inf}} - \text{N}_{\text{TOT,ef}})/\text{NH}_4^+_{,\text{INF}}$ en el sistema global es del 83%.

Cuando el amonio influente al sistema global aumenta gradual y lentamente desde 750 mg/l hasta 1000 mg/l el sistema de control global actúa de modo que el valor de ajuste del oxígeno disuelto varía gradualmente hasta llegar a un valor de 3mg/l. En estas condiciones el amonio efluente del tanque de nitrificación parcial (NIPAR, tanque a) es de 417 mg/l y el NO_2^- de 550 mg/l, con lo que el ratio $\text{NO}_2^-/\text{NH}_4^+$ se mantiene en 1,3. El nitrato (N- NO_3^-) disminuye a 26 mg/l.

En el tanque de eliminación anaeróbica del nitrógeno (tanque b) se mantienen los valores de amonio (15 mg/l) y de nitrito (10mg/l). El nitrato (N- NO_3^-) alcanza un valor de 114 mg/L.

- 5 Un aumento relativamente rápido del amonio influente de 750 a 1000 mg/L es posible que no sea absorbido por la cantidad de biomasa amonioxidante presente en el tanque de nitrificación parcial (tanque a) con lo que se puede requerir la modificación temporal del flujo de alimentación (F_a), por el cual una fracción del caudal influente es desviada directamente al tanque de eliminación anaeróbica del nitrógeno o Anammox (tanque b)
- 10 con el fin de mantener el ratio $\text{NO}_2^-/\text{NH}_4^+$ en 1,3. Igualmente, el aumento de carga de nitrógeno al tanque de eliminación anaeróbica del nitrógeno o Anammox es posible que no sea asimilado por la cantidad de biomasa presente, con lo que se puede requerir la activación temporal de la alimentación de biomasa acumulada en el sedimentador (S) a través del caudal de la bomba de recirculación (Q_r).

15

Cuando el amonio influente al sistema global disminuye gradualmente desde 750 mg/l, el sistema de control actúa de modo que el oxígeno disuelto (OD) baja gradualmente con el fin de que el nitrato no aumenten considerablemente pero no se puede conseguir el ratio 1,3. Esto sólo es posible mediante el aumento progresivo del pH, el

20 cual se puede controlar automáticamente mediante la adición apropiada de reactivos químicos. Así, para un amonio influente de 500 mg/l se consigue el ratio 1,3 mediante el control automático del pH en 6,8 y del OD en 1,5mg/l.

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la eliminación de nitrógeno de aguas residuales que comprende las siguientes etapas:
- 5
- a) nitrificación parcial del amonio de las aguas residuales por bacterias autótrofas amonioxidantes;
- b) eliminación anaeróbica del nitrógeno inorgánico de las aguas provenientes de (a)
- 10 por bacterias autótrofas anaeróbicas;
- caracterizado porque las bacterias autótrofas amonioxidantes de la etapa (a) y las bacterias autótrofas anaeróbicas de la etapa (b) están en forma de biopelícula sobre un soporte y;
- 15 caracterizado porque las etapas (a) y (b) se llevan a cabo en tanques diferentes.
- 2.- El procedimiento según la reivindicación anterior caracterizado porque el soporte es móvil.
- 20
- 3.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las bacterias autótrofas amonioxidantes de la etapa (a) y las bacterias autótrofas anaeróbicas de la etapa (b) además están en suspensión.
- 25
- 4.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde la concentración de amonio en las aguas residuales a la entrada del tanque donde se lleva a cabo la etapa (a) es de 400 mg/l a 1000 mg/l, preferiblemente de 600mg/l a 800 mg/l.
- 30
- 5.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el tanque donde se lleva a cabo la etapa (a) es un taque aireado.
- 6.- El procedimiento según la reivindicación anterior, donde la concentración de oxígeno disuelto en el tanque donde se lleva a cabo la etapa (a) es de 1,3 mg/l a 3,0
- 35 mg/l.

- 7.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el ratio $\text{NO}_2^-/\text{NH}_4^+$ en el tanque donde se lleva a cabo la etapa (a) es de 1 a 1,5.
- 5 8.- El procedimiento según la reivindicación anterior, donde el ratio $\text{NO}_2^-/\text{NH}_4^+$ en el tanque donde se lleva a cabo la etapa (a) es 1,3.
- 9.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el pH en el tanque donde se lleva a cabo la etapa (a) es de 6 a 8, preferiblemente de 6,5 a 7,5.
- 10 10.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde la etapa (a) se lleva a cabo a una temperatura de 20°C a 40°C, preferiblemente de 30°C a 35°C.
- 15 11.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde la concentración de nitrato en el tanque donde se lleva a cabo la etapa (b) es de 130 a 80 mg/l.
- 20 12.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el pH en el tanque donde se lleva a cabo la etapa (b) es de 7 a 9,5, preferiblemente, de 7,5 a 8,5.
- 25 13.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque cuando la concentración de nitrito en el tanque donde se lleva a cabo la etapa (b) es superior a 80 mg/l, el tanque donde se lleva a cabo la etapa (b) se alimenta directamente de aguas residuales.
- 30 14.- Procedimiento cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque además comprende una etapa (c) de separación de la biomasa en suspensión de las aguas tratadas provenientes de la etapa (b).
- 35 15.- Procedimiento según la reivindicación anterior, caracterizado porque, cuando la concentración de nitrito en el tanque donde se lleva a cabo la etapa (b) es superior a 80 mg/l, la biomasa separada en la etapa (c) se recircula a la etapa (b).

16.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque hay un depósito de retención anterior al tanque de la etapa (a).

FIG. 1

