

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 983 553**

51 Int. Cl.:

C02F 1/28 (2013.01)

C02F 1/00 (2013.01)

C02F 103/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.04.2020** **PCT/US2020/027487**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.10.2020** **WO20210505**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.04.2020** **E 20788072 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2024** **EP 3953306**

54 Título: **Métodos para controlar una reacción de síntesis de cloramina en sistemas de aguas industriales**

30 Prioridad:

09.04.2019 US 201962831452 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.10.2024

73 Titular/es:

CHEMTREAT, INC. (100.0%)
5640 Cox Road
Glen Allen, VA 23060, US

72 Inventor/es:

BARON, CHRISTOPHER;
KONEFAL, JOSEPH y
NAGAO, BLAINE

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 983 553 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

Métodos para controlar una reacción de síntesis de cloramina en sistemas de aguas industriales

Esta solicitud reclama prioridad de la Solicitud Provisional N.º 62/831,452, presentada el 9 de abril de 2019.

Campo técnico

Esta solicitud va dirigida a los sistemas y métodos para controlar una reacción de síntesis de cloramina mediante el control de la cantidad de precursores empleados en la síntesis de cloramina.

ANTECEDENTES

La bioincrustación es un tipo perjudicial de incrustación que se experimenta en aplicaciones de tratamiento de agua industrial. Independientemente de la industria, los expertos en tratamiento de agua dedican una cantidad considerable de tiempo a prevenir la bioincrustación en intercambiadores de calor, torres de enfriamiento, recipientes de almacenamiento de agua de tratamiento y otras zonas abastecidas por diversas aguas de tratamiento y refrigeración industrial. Cuando se detecta bioincrustación en intercambiadores de calor y torres de enfriamiento, su rendimiento disminuye y puede dar lugar a pérdidas de millones de dólares en ingresos, y la corrosión descontrolada en las superficies metálicas puede conducir a paradas no planificadas y gastos acelerados en el capital.

El uso de biocidas, como las cloraminas, para el control microbiológico en aplicaciones industriales es bien conocido. Las cloraminas se pueden formar a partir de agua (H_2O), hipoclorito de sodio ($NaOCl$) (lejía, o hipoclorito), y una sal de amonio, como el sulfato de amonio ($(NH_4)_2SO_4$). La solución de cloramina producida a partir de la combinación de estos reactivos puede usarse como agente de limpieza o como biocida para aguas de enfriamiento y de tratamiento. Las cloraminas pueden incluir monocloramina, dicloramina, tricloramina y cloraminas orgánicas. Las cloraminas proporcionan una protección duradera frente a la contaminación microbiana y son más estables que los productos de cloro puro, ya que pueden no descomponerse tan rápidamente en los sistemas de aguas de refrigeración y tratamiento.

Como la sal del ácido sulfúrico (ácido fuerte) y el amoníaco (una base débil), el sulfato de amonio forma una solución ácida cuando se añade al agua. Por esta razón, se sabe que el sulfato de amonio es altamente corrosivo. Además, también se sabe que el sulfato de amonio fomenta el crecimiento microbiano. Por lo tanto, existe una necesidad significativa en la industria del tratamiento del agua de monitorear y controlar la cantidad de sulfato de amonio aplicada en la síntesis de cloramina en los procesos de tratamiento de agua. Los sistemas y métodos convencionales para controlar la cantidad de sulfato de amonio incluyen medir el pH del flujo de salida, medir el calor de la reacción de cloramina y la ausencia de un proceso de control. Además, existen tecnologías de síntesis de cloramina que utilizan parámetros estrechos para las proporciones de entrada de precursores, pero carecen de precisión y exactitud cuantitativas. Actualmente, no existe un sistema automatizado en línea para la medición y control cuantitativo de la concentración de sulfato de amonio en tratamientos de aguas que incluyen cloramina. Además, se sabe que la lejía, uno de los componentes en la reacción de síntesis de cloramina, es altamente reactiva e inestable, lo que limita las opciones para el almacenamiento in-situ seguro y efectivo. En este sentido, los métodos conocidos tienen desventajas significativas en términos de eficacia general, seguridad, costo y suministro. Algunos documentos relevantes son US 2015/203388 A1, WO 2019/017930 A1, AU 2010 226 915 A1.

Estos y otros objetivos son abordados por las realizaciones divulgadas.

RESUMEN

Un objetivo de las realizaciones divulgadas consiste en proporcionar la conversión cuantitativa de hipoclorito de sodio a cloramina de manera controlada. Los sistemas y métodos divulgados reducen la dependencia de la calibración frecuente de un electrodo de pH y son capaces de utilizar una variedad de sales de amonio como precursores. También pueden suministrar una gama mucho más amplia de tasas de alimentación química que el equipo actual. Los sistemas y métodos permiten monitorear la concentración de hipoclorito de sodio en tiempo real y ajustar el flujo de productos químicos precursores para garantizar que se añada la proporción molar deseada de los reactivos. También proporcionan mecanismos para mejorar la cinética de la reacción de cloramina para asegurar que se produzcan los productos adecuados. Las características esenciales de la invención se establecen en la reivindicación 1 independiente del método. Las modalidades preferidas se describen en las reivindicaciones dependientes 2-10.

No siendo parte de la invención actual, se divulga un sistema para controlar una reacción de síntesis de cloramina en un flujo de agua dura. El sistema comprende al menos una bomba de agua configurada para suministrar (i) un primer flujo de agua a una primera unión donde el primer flujo de agua se mezcla con una primera solución que incluye un compuesto de amonio, y (ii) un segundo flujo de agua a una segunda unión donde el segundo flujo de agua se mezcla con una segunda solución que incluye hipoclorito, una cámara de reacción aguas abajo de la

primera unión y de la segunda unión, que está configurada para mezclar el primer flujo de agua y el segundo flujo de agua con el fin de que el compuesto de amonio y el hipoclorito reaccionen para formar cloramina en un flujo de agua de salida, un dispositivo de medición óptica dispuesto aguas arriba de la segunda unión, el dispositivo de medición óptica configurado para medir la absorbancia del hipoclorito en la segunda solución, y al menos un controlador programado para determinar la concentración de hipoclorito en la segunda solución basado en la absorbancia medida.

De acuerdo con la invención, se dispone de un método para controlar una reacción de síntesis de cloramina en una corriente de agua dura. El método comprende el suministro de (i) una primera corriente a una primera unión donde la primera corriente de agua se ha mezclado con una primera solución que incluye un compuesto de amonio, y de (ii) una segunda corriente de agua a una segunda unión donde la segunda corriente de agua se mezcla con una segunda solución que incluye hipoclorito, mezclándose la primera corriente de agua y la segunda corriente de agua aguas abajo de la primera unión y de la segunda unión, con el fin de que el compuesto de amonio y el hipoclorito reaccionen para formar cloramina en una corriente de agua de salida o descarga, midiendo una concentración de hipoclorito en la segunda solución en una posición corriente arriba de la segunda unión, y determinando y ajustando al menos una de las velocidades de flujo de la segunda solución y una concentración de hipoclorito en la segunda solución en base a la concentración medida de hipoclorito en la segunda solución.

Breve descripción de las figuras

La ilustración de las realizaciones divulgadas se ha hecho con respecto a la figura siguiente.

FIG. 1 es una visión frontal de un sistema de alimentación química conforme a una realización.

Descripción detallada

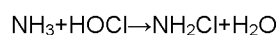
Las realizaciones divulgadas o reveladas aportan métodos para controlar una reacción de síntesis de cloramina mediante el control de una cantidad de precursores empleados en la síntesis de cloramina para aplicaciones en, por ejemplo, los sistemas de aguas de refrigeración y tratamiento en la industria. Los métodos divulgados pueden incluir un sistema de alimentación química que controla en tiempo real la concentración de una sustancia química, por ejemplo, hipoclorito de sodio, y ajusta el flujo de sustancias químicas para asegurar que se añada la proporción molar correcta de los reactivos. También proporciona un flujo turbulento donde se combinan los reactivos, lo que ayuda a controlar la cinética de la reacción para asegurar que se fabriquen los productos deseados. El sistema de alimentación química puede incluir un dispositivo de cuantificación química, como un espectrofotómetro o similar.

Síntesis de cloramina

En ciertas realizaciones, un primer compuesto se hace reaccionar con un segundo compuesto para generar cloramina. El primer compuesto es una sal de amonio y el segundo compuesto es una sal de hipoclorito, como el hipoclorito de sodio. Para los propósitos de esta divulgación, la sal de hipoclorito se describirá con referencia a la lejía industrial, que usualmente tiene una concentración de hipoclorito de alrededor del 12%, sin importar la dilución por parte del usuario. Sin embargo, las concentraciones adecuadas de hipoclorito pueden incluir aquellas que van desde el 2% hasta el 18%, del 8% hasta el 12.5%, del 10% hasta el 18%, del 12.5% al 18%, y del 12.5% al 13%, como lo reconocerá una persona con conocimientos ordinarios en la materia. En algunas realizaciones, la lejía puede diluirse para estar en un rango de 1000 a 10000 partes por millón ($\mu\text{g/g}$, o ppm) expresado en términos del método DPD para el Cloro Oxidante Total.

Para los fines de esta divulgación, la sal de amonio se describirá haciendo referencia al sulfato de amonio $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$. Sin embargo, se entenderá que la sal de amonio puede ser cualquier sal adecuada, incluyendo, pero no limitándose a, hidróxido de amonio (NH_4OH) , cloruro de amonio (NH_4Cl) , bromuro de amonio (NH_4Br) , carbonato de amonio $((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3)$, nitrato de amonio (NH_4NO_3) , y mezclas de los mismos.

La sal de amonio y el hipoclorito/ácido hipocloroso reaccionan en agua para formar cloramina según la siguiente reacción general:



Esta reacción tiene lugar idealmente a una concentración molar de 1:1 de la sal de amonio con respecto al hipoclorito, a un pH de 9.0 o superior, para formar monoclорamina. Sin embargo, otros cocientes molares son adecuados para aplicaciones en las realizaciones divulgadas. Por ejemplo, la sal de amonio y el hipoclorito de sodio se pueden mezclar en una proporción molar de 1:1 a 1:3, 1:1 a 1:2, 0.9:1 a 1.5:1, 1:1 a 1:1.4, o 1:1 a 1:1.1. En este sentido, se debe reconocer que la formación de dicloramina y tricloramina también se contempla, a pesar de las propiedades potencialmente indeseables de la dicloramina y tricloramina, que se sabe que son inestables y requieren condiciones de reacción inapropiadas (por ejemplo, un pH muy bajo).

Según las condiciones divulgadas, es preferible generar cloramina a una concentración en el rango de 100 ppm a 5000 ppm, 1000 ppm a 5000 ppm, 1500 ppm a 5000 ppm, 2500 ppm a 5000 ppm, 3500 ppm a 5000 ppm, o 4500 ppm a 5000 ppm. Impulsar la reacción para generar cloramina a una concentración superior a 5000 ppm puede desestabilizar la cloramina y generar ácido no deseado, gas nitrógeno y una mezcla de productos halógenos oxidantes que pueden incluir gas cloro. Producir cloramina a concentraciones por debajo de los umbrales deseados puede resultar en una eficacia biocida menos efectiva.

El sistema de alimentación de productos químicos

Tal como se puede ver en la figura 1, el sistema de alimentación de productos químicos 1 que no forma parte de la invención incluye una unidad de control del sistema de alimentación de productos químicos 10, una bomba de agua 50, una primera bomba química 20, una segunda bomba química 30 y un dispositivo de medición óptica 40. Cada una de las primeras y segundas bombas químicas 20 y 30 están equipadas con sus respectivos primeros y segundos contenedores de almacenamiento 21 y 31, respectivamente, y con la primera unidad de control de la bomba química 25 y la segunda unidad de control de la bomba química 35, respectivamente. El dispositivo de medición óptica 40 está equipado con una unidad de control del dispositivo de medición óptica correspondiente 45. La unidad de control del sistema de alimentación de productos químicos 10 está provista de una interfaz de usuario 11. Se proporciona una CPU 12 con un procesador, memoria, almacenamiento y adaptadores de red para procesar los datos del sistema y coordinar la unidad de control del sistema de alimentación de productos químicos 10 y la unidad de control del dispositivo de medición óptica 45. Las salidas 80a, 80b, 80c y 80d, con válvulas, están dispuestas para distribuir selectivamente el agua tratada a diversas líneas fuera del sistema 1. El funcionamiento del sistema de alimentación de productos químicos 1 se describirá ahora con referencia adicional a la Fig. 1.

Durante el funcionamiento, el agua es bombeada desde una fuente de agua a través de la bomba de agua 50 hacia el sistema 1 y fluye a través de una arquitectura de tuberías como se ilustra por medio de las flechas en la Fig. 1. Es decir, el agua fluye a través del primer camino de flujo 60 y del segundo camino de flujo 70. Los medidores de flujo 65 y 75 monitorean la tasa de flujo del agua a través del primer camino de flujo 60 y del segundo camino de flujo 70, respectivamente, y proporcionan esta entrada a la unidad de control 10 para su procesamiento. Los medidores de flujo 65 y 75 aseguran que se logre la tasa de flujo adecuada en cada uno de los caminos de flujo 60 y 70. Mientras tanto, una solución que incluye un primer compuesto químico se introduce desde el primer contenedor de almacenamiento 21 en el sistema 1 a través de la primera bomba química 20 y una solución que incluye un segundo compuesto químico se introduce desde el segundo contenedor de almacenamiento 31 en el sistema 1 a través de la segunda bomba química 30. La unidad de control de la primera bomba química 25 y la unidad de control de la segunda bomba química 35 se disponen para controlar la tasa de flujo de la primera solución y de la segunda solución, respectivamente, y proporcionan esta entrada a la unidad de control 10 para su procesamiento. La unidad de control de la primera bomba química 25 y la unidad de control de la segunda bomba química 35 también pueden estar equipadas para controlar la concentración del primer compuesto químico y del segundo compuesto químico en la primera solución y la segunda solución, respectivamente, mediante, por ejemplo, la mezcla de los compuestos precursores en fase sólida con una fuente de agua en las proporciones deseadas, y proporcionando esta entrada a la unidad de control 10 para su procesamiento.

La primera solución y la segunda solución fluyen a través de la arquitectura de tuberías como se ilustra por las flechas en la FIG. 1. El dispositivo de medición óptica 40 se coloca a lo largo del camino de flujo del segundo reactivo químico para analizar una concentración del compuesto en el camino de flujo. La entrada del dispositivo de medición óptica 40 se dispone hacia la unidad de control 45 para su procesamiento adicional. Alternativamente, el dispositivo de medición óptica 40 podría colocarse en el camino de flujo del primer reactivo químico, o en ambos caminos de los reactivos, según sea apropiado.

Con la primera solución y la segunda solución fluyendo por el sistema, la primera y la segunda solución se unen y mezclan con las corrientes de agua que entran en la primera vía de flujo 60 y en la segunda vía de flujo 70 en las uniones A y B, respectivamente, para formar las primeras y segundas corrientes mixtas. Las corrientes mixtas se unen posteriormente en la unión C permitiendo que el primer y el segundo compuesto reaccionen, formando así una corriente tratada, tal como se muestra en la figura 1. La corriente tratada sale por uno o varios de los orificios de salida 80a, 80b, 80c y 80d con una corriente de agua que descarga o fluye hacia el exterior.

El dispositivo de medición óptica 40 es un dispositivo utilizado en la medición cuantitativa de un parámetro óptico de un compuesto en un medio de transferencia como un medio líquido. Por ejemplo, el dispositivo de medición óptica 40 puede medir la absorción del hipoclorito en la segunda vía de flujo. Aunque el dispositivo de medición óptica 40 se puede colocar en diferentes lugares a lo largo de la vía de flujo, preferiblemente se coloca corriente arriba de cualquier parte que se mezcla con agua, es decir, corriente arriba de la unión B.

El dispositivo de medición óptica puede incluir, pero no se limita a, un espectrofotómetro, un colorímetro o un fluorímetro. Un espectrofotómetro mide las propiedades de absorción de un material en función de la longitud de onda. Estas técnicas determinan la concentración de una muestra, que puede o no tener un color visible a simple vista. En un espectrómetro básico, hay una fuente de luz, una célula o recipiente de absorción y un detector. El haz

de radiación de la fuente de luz ajustable pasa a través de la muestra a un recipiente, y la intensidad transmitida es medida por el detector. La variación de la intensidad de la señal a medida que se escanea la frecuencia de la radiación se llama espectro.

Un colorímetro puede incluir como fuente de luz, una lámpara o bombilla de filamento de bajo voltaje, un grupo de filtros de color, y un filtro que es seleccionado conforma al reactivo de interés. Al igual que un espectrofotómetro, un detector mide la luz transmitida en un colorímetro. Un fluorímetro es un dispositivo utilizado para medir los parámetros de fluorescencia, es decir, su intensidad y distribución de longitud de onda del espectro de emisión después de la excitación por un cierto espectro de luz. Estos parámetros son utilizados para identificar la presencia y la cantidad de los reactivos en las vías de flujo. En las configuraciones o realizaciones, el dispositivo de medición óptica es preferiblemente un espectrofotómetro.

El hipoclorito exhibe una longitud de onda de absorción máxima específica. La concentración de hipoclorito en la muestra puede ser determinada por cualquier medio conocido técnicamente como, por ejemplo, correlacionando el valor de absorbancia a una longitud de onda determinada (no necesariamente la longitud de onda máxima) leído de la muestra con una curva estándar generada para concentraciones conocidas de hipoclorito a la longitud de onda indicada.

Mecanismos de control

Es deseable lograr la optimización estequiométrica de la sal de amonio y una forma activa de hipoclorito en la generación de cloramina según las realizaciones divulgadas. Un objetivo de las realizaciones divulgadas es controlar la estequiometría de la reacción de cloramina para lograr dicha optimización. En los procesos convencionales que carecen de tal control, es una práctica común la sobrealimentación de una o ambas sales de amonio y de hipoclorito. La creencia convencional es que esta sobrealimentación de alguna manera "asegura" que se agreguen suficientes sustancias químicas para producir la reacción deseada. Sin embargo, esta sobrealimentación no controlada puede resultar en un exceso estequiométrico de la sal de amonio o de la de hipoclorito, produciendo así efectos indeseados. Por ejemplo, el exceso de sal de amonio en el proceso de tratamiento de agua aumenta el crecimiento microbiano y la corrosión, lo cual es altamente indeseable. A su vez, el exceso de hipoclorito en el proceso de tratamiento de agua también incrementa la corrosión y puede disminuir la capacidad relativa de control microbiano del hipoclorito.

La falta de control estequiométrico en los procesos convencionales da lugar a un producto final a base de cloramina no controlado. Esto significa que no se logran los niveles deseados de cloramina en los procesos de tratamiento de agua. Un exceso de cloraminas en un proceso de tratamiento de agua puede tener efectos negativos en la salud y los niveles deficientes de cloramina en un proceso de tratamiento de agua no producen los efectos biocidas deseados.

Adicionalmente, la lejía es altamente inestable. A este respecto, la lejía rápidamente y casi por completo se oxida para dar lugar a cloro. La lejía industrial o concentrada tiene un periodo de vida corto y rápidamente se degrada (es decir, en 1 hasta 2 meses) en unas condiciones de almacenamiento estándar, es decir, depósitos de almacenamiento de sistemas de agua industrial expuestos al calor, etc.

Al entrar en contacto el hipoclorito con el agua, en particular con el agua dura, comienza la formación de incrustaciones y la corrosión. La dureza es causada por compuestos de calcio y magnesio, y por una variedad de otros metales. Las pautas generales para la clasificación de la dureza en el agua son las siguientes: 0 a 60 mg/L (miligramos por litro) como carbonato cálcico se clasifica como agua blanda, 61 a 120 mg/L como moderadamente dura, 121 a 180 mg/L como dura, y más de 180 mg/L como muy dura. Estas incrustaciones y esta corrosión no deseada pueden interferir con la medición controlada y precisa de las concentraciones de compuestos en los sistemas de agua. Dado que es importante controlar las condiciones de reacción y las cantidades de los respectivos compuestos in situ y en tiempo real para optimizar la reacción de síntesis de cloramina, los sistemas y métodos divulgados se han configurado de un modo exclusivo de varias maneras para abordar estas cuestiones.

A este respecto, el dispositivo de medición óptico 40 puede estar colocado en la parte de entrada del flujo del sistema antes de que el hipoclorito esté expuesto al agua, antes de que reaccione con el sulfato de amonio, en cualquier parte y antes de que empiece el incrustado de la vía óptica. Esto reduce la probabilidad de que el incrustado interfiera con la medición de la concentración de hipoclorito si se compara con la medición de la concentración corriente abajo después de la mezcla con agua o reactivos. También reduce los problemas asociados a la medición de otros parámetros corriente abajo como la medición del pH usando electrodos de pH, tal como se hace de forma convencional. La formación de escamas o incrustaciones en los electrodos de pH degrada de forma significativa la calidad de la medición, tal como se entiende desde el punto de vista técnico.

Adicionalmente, la configuración de la arquitectura de tuberías, y en particular la unión C (es decir, una unión "T") causa una dinámica de flujo del fluido turbulenta donde la primera solución que incluye el sulfato de amonio y la segunda solución que incluye el hipoclorito se encuentran y reaccionan. Estas dinámicas de flujos de fluido

turbulentas aumentan y simplifican la cinética de la reacción garantizando con ello reacciones rápidas (es decir < 1 segundo) y básicamente completas que utilizan hasta cada uno de los compuestos precursores y reducen el sulfato de amonio residual no deseado y el hipoclorito, y minimizan/eliminan la formación de algunos productos secundarios no deseados.

La "red" de control divulgada, es decir, la primera unidad de control de bombeo químico 25, la segunda unidad de control de bombeo químico 35, los medidores del flujo 65 y 75, la unidad de control 10 del sistema de alimentación de productos químicos, y la unidad de control del espectrofotómetro 45 se han configurado para trabajar independientemente o colectivamente a través de la CPU 12 para monitorizar y ajustar las concentraciones y la velocidad de flujo del sulfato de amonio y del hipoclorito que entran en el sistema en base en parte a la concentración de hipoclorito medida.

Además, la interfaz de usuario 11 permite al usuario establecer condiciones predeterminadas y gestionar las condiciones operativas a lo largo del tiempo. Según las realizaciones, un usuario puede establecer las condiciones iniciales para el sistema de alimentación de productos químicos en un momento inicial y el sistema se adaptará con el tiempo a cualquier cambio en la concentración de hipoclorito debido, por ejemplo, a la degradación y/o la renovación de la fuente de suministro (es decir, cambiar o rellenar el contenedor de almacenamiento de lejía). La CPU 12 puede ser programada con lógica de control adaptativo para controlar el sistema a través de ciclos iterativos del sistema de alimentación de productos químicos utilizando técnicas de aprendizaje automático o similares.

El funcionamiento de la "red" de control divulgada se describirá ahora con referencia a los siguientes escenarios de ejemplo. Una vez que el sistema de alimentación de productos químicos 1 se instale in situ con una o más salidas 80a, 80b, 80c y 80d conectadas fluidamente al sistema de agua que se va a tratar y la bomba de agua 50 esté conectada fluidamente a una fuente de agua, un usuario carga el contenedor de almacenamiento 21 con la solución de sal de amonio y el contenedor de almacenamiento 31 con la solución de lejía y establece una velocidad de flujo inicial para la primera vía de flujo y la segunda vía de flujo a través de la interfaz de usuario 11, basada en la cantidad deseada de cloramina para el sistema de agua a tratar. La CPU 12 almacena estas configuraciones iniciales en la memoria y envía una instrucción a través de adaptadores de red a la bomba de agua 50 para comenzar el flujo de agua, y a las bombas de control químico 25 y 35 para comenzar a bombear las bombas 20 y 30 a la velocidad de flujo deseada. El dispositivo de medición óptica 40 toma una lectura de absorbancia inicial del hipoclorito en la segunda vía de flujo y reporta este valor a la CPU 12, que almacena el valor en la memoria y calcula la concentración correspondiente asociada con la absorbancia leída. La reacción de cloramina procede entonces como se describe aquí. Con el tiempo, varios escenarios posteriores son posibles.

Por ejemplo, debido a la elevada inestabilidad de la lejía, la lejía puede degradarse en el tanque o depósito de almacenamiento 31. Si esto ocurre, la concentración de la forma activa de hipoclorito disminuirá. Debido a que el dispositivo de medición óptica 40 controla la absorbancia del hipoclorito en la segunda vía de flujo en tiempo real, y envía una señal a la CPU 12 en tiempo real, la CPU 12 detecta ese cambio en la concentración y almacena los valores posteriores en su memoria. Alternativamente, la CPU 12 enviará una señal a la bomba de control química 35 para incrementar la velocidad de flujo de la bomba 30 para acomodar el cambio en la concentración con el fin de mantener la optimización estequiométrica.

Como otro ejemplo, después del funcionamiento inicial, la lejía en el recipiente de almacenamiento 31 se puede agotar y sería necesario rellenar o sustituir el recipiente de almacenamiento 31 por un nuevo lote de lejía. De un modo similar al descrito antes, el sistema de alimentación de productos químicos se ajustará a cualquier cambio en la concentración como resultado de una nueva fuente de lejía y ajustará las velocidades de flujo de acuerdo con ello para mantener la optimización estequiométrica.

En estos ejemplos, la velocidad de flujo de la bomba de control química 25 que controla la velocidad de flujo de la solución salina de amonio se mantiene constante. Pero se observará que esta velocidad de flujo y/o las concentraciones de una o ambas de la primera y segunda soluciones también se podrá ajustar en tiempo real.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para el control de una reacción de síntesis de la cloramina en una corriente de agua dura, comprendiendo dicho método:
 Añadir (i) una primera corriente de agua a una primera unión donde la primera corriente de agua se mezcla con una primera solución que incluye un compuesto de amonio, y (ii) una segunda corriente de agua a una segunda unión donde la segunda corriente de agua se mezcla con una segunda solución que incluye hipoclorito;
 10 Mezclar la primera corriente de agua y la segunda corriente de agua, aguas abajo de la primera unión y de la segunda unión, con el fin de que el compuesto de amonio y el hipoclorito reaccionen para formar cloramina en una corriente de agua de salida o descarga;
 Medir una concentración de hipoclorito en la segunda solución en una posición corriente arriba de la segunda unión; y
 15 Determinar y ajustar al menos una de las velocidades de flujo de la segunda solución y una concentración de hipoclorito en la segunda solución a base de la concentración medida de hipoclorito en la segunda solución.
- 20 2. Método para controlar una reacción de síntesis de cloramina conforme a la reivindicación 1, donde el compuesto de amonio sea al menos un compuesto seleccionado del grupo compuesto por sulfato de amonio, hidróxido de amonio, cloruro de amonio, bromuro de amonio, nitrato de amonio y carbonato de amonio.
- 25 3. Método para controlar una reacción de síntesis de cloramina conforme a la reivindicación 1, donde el compuesto de amonio es sulfato de amonio.
4. Método para controlar una reacción de síntesis de cloramina conforme a la reivindicación 1, donde el hipoclorito es hipoclorito de sodio.
- 30 5. Método para controlar una reacción de síntesis de cloramina conforme a la reivindicación 1, donde al menos una de las velocidades de flujo de la segunda solución y la concentración de hipoclorito en la segunda solución se ajustan en base a (i) la concentración determinada de hipoclorito y (ii) una concentración objetivo de cloramina en la corriente de agua de salida.
- 35 6. Método para controlar una reacción de síntesis de cloramina conforme a la reivindicación 5, donde la concentración objetivo o específica de cloramina en la corriente de agua de salida se sitúa en el intervalo de 100 ppm a 5000 ppm, expresada en términos cloro oxidante total medido usando una prueba química a base de DPD.
- 40 7. Método para controlar una reacción de síntesis de cloramina conforme a la reivindicación 1, donde una concentración de hipoclorito en la segunda solución se sitúa en el intervalo del 2% al 18%.
8. Método para controlar una reacción de síntesis de cloramina conforme a la reivindicación 1, donde la corriente de salida es infundida en un sistema de tratamiento de agua industrial como un tratamiento biocida.
- 45 9. Método para controlar una reacción de síntesis de cloramina conforme a la reivindicación 1, donde una velocidad de flujo de la primera solución se mantiene constante mientras que la velocidad de flujo de la segunda solución se ajusta en base a la concentración medida de hipoclorito en la segunda solución.
- 50 10. Método para controlar una reacción de síntesis de cloramina conforme a la reivindicación 1, donde la primera corriente de agua y la segunda corriente de agua se mezclan corriente abajo de la primera unión y de la segunda unión de tal forma que una proporción molar del compuesto de amonio respecto al hipoclorito es aproximadamente 1:1.

55

FIG. 1

