

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 547 334**

51 Int. Cl.:

B01J 10/00 (2006.01)

B01J 4/00 (2006.01)

B01J 19/00 (2006.01)

C07B 33/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.05.2011 E 11165771 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2015 EP 2471765**

54 Título: **Método de oxidación y aparato de oxidación**

30 Prioridad:

04.01.2011 US 984206

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

05.10.2015

73 Titular/es:

**LINDE AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Klosterhofstrasse 1
80331 München, DE**

72 Inventor/es:

**SUCHAK, NARESH;
CHA, ZHIXIONG y
FITCH, FRANK R.**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 547 334 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método de oxidación y aparato de oxidación

Campo técnico

La presente invención básicamente se refiere a un método de oxidación y a un aparato de oxidación.

- 5 En particular, la presente invención se refiere a un método y a un aparato para la oxidación de reaccionantes en un medio de reacción acuoso utilizando oxígeno molecular gaseoso para aumentar la concentración de oxígeno en el medio de reacción acuoso y para mejorar la eficiencia del proceso de reacción.

Antecedentes de la presente invención; técnica anterior

- 10 Industrialmente, las oxidaciones en fase acuosa se llevan a cabo utilizando una diversidad de fuentes de oxígeno tales como aire, oxígeno y reactivos oxidantes tales como peróxido de hidrógeno. A escalas industriales, las oxidaciones con aire y oxígeno son una alternativa de costo mucho menor en comparación con la oxidación con reactivos oxidantes, pero plantean un reto debido a su solubilidad inherentemente baja del oxígeno en el agua. La solubilidad del oxígeno en el agua disminuye con el aumento en la concentración de solutos, especialmente iones, así como con un aumento en la temperatura.

- 15 Cuando las reacciones de oxidación se utilizan en la producción de productos químicos, los efluentes de aguas residuales y depuradores tienen a menudo altas concentraciones de solutos y la oxidación se lleva a cabo a una temperatura de reacción elevada. Ambos de estos factores disminuyen la solubilidad efectiva de oxígeno.

- 20 El aire se percibe a menudo como la alternativa de menor costo en comparación con oxígeno para sistemas de oxidación de gas-líquido, pero a veces la oxidación con el aire no es lo suficientemente intensa como en un aparato, sistema de oxidación o equipo de contacto gas-líquido dado y el oxígeno proporciona una alternativa viable.

- 25 Existe una diversidad de reactores de oxidación utilizados en la industria de procesos hoy en día y, además de la disolución de oxígeno, muchos otros requisitos del proceso tales como la transferencia de calor, la suspensión de sólidos, la mezclado y la seguridad, incluyendo el mantenimiento del espacio de vapor fuera de los límites explosivos, influyen en la selección del tipo de reactor. Factores económicos tales como los costos de equipos, el consumo de energía, la complejidad operativa y la fiabilidad y el mantenimiento también son importantes en la determinación de un sistema de oxidación óptimo y viable.

Una consideración clave en el diseño de cualquier sistema de oxidación utilizando oxígeno molecular gaseoso es asegurar la utilización óptima de oxígeno.

- 30 Reactores de oxidación típicos son los reactores de tanque agitado o columnas bajo presión ambiente en donde el oxígeno es burbujeado en la parte inferior. En una columna o tanque de burbujas simple, en donde se burbujea oxígeno, burbujas de gas se elevan en el medio acuoso, al tiempo que algo de gas oxígeno se disuelve en el medio acuoso y el oxígeno restante se desacopla de la agrupación líquida cuando alcanza la superficie del líquido en la parte superior. Si el tanque o la columna están abiertos, lo cual es típico en la mayoría de los procesamientos de minerales y sistemas de oxidación de aguas residuales, el oxígeno se separa de la superficie del líquido, junto con los vapores de medio acuoso que escapan a la atmósfera.

- 35 Sin embargo, para la preparación de productos químicos no es a menudo una opción permitir que una corriente rica en oxígeno escape a la atmósfera y la industria de procesos utiliza tanques y columnas con tapas. Las burbujas gaseosas que se separan se recogen en la cámara de aire del tanque o el espacio de vapor de la columna y se reciclan de nuevo al burbujeador por medio de un compresor o un soplador. Esto puede añadir una cantidad significativa de costos en términos de energía y equipos de procesamiento, a pesar de una utilización más eficaz del oxígeno.

- 40 Reactores de tanque agitado (STR - siglas en inglés) con burbujeo de gas proporcionan a menudo una mejor disolución de oxígeno en comparación con columnas de burbujas simples o tanques no agitados. Sin embargo, el uso de STR se limita a aplicaciones con volúmenes más pequeños de oxidación y no es común un aumento a reactores muy grandes. Además, para una mejor eficiencia en la utilización, puede ser necesario un bucle de reciclaje de oxígeno.

- 45 Columnas de burbujas de alta presión y STR proporcionan a menudo un comportamiento bastante superior con la oxidación y la disolución de gas, pero son de un coste varias veces mayor en comparación con los sistemas de presión ambiente y, además, pueden requerir un bucle de reciclaje de oxígeno. Cuando la velocidad de la reacción de oxidación es baja, sistemas de alta presión ayudan a intensificar la reacción debido a una concentración de

oxígeno disuelto más alta. El uso de columnas de burbujas de alta presión y STR se limita generalmente a aplicaciones con requisitos de oxidación más bajos.

5 Para volúmenes de oxidación mayores, a menudo se utilizan sistemas de oxidación de grandes tanques con bucles externos. El oxígeno en estos procedimientos se disuelve en una pequeña corriente de un medio acuoso retirado del recipiente principal y el gas oxígeno es intensamente mezclado utilizando dispositivos de mezcladura estáticos o dinámicos, a veces incluso saturados, y es reintroducido en el recipiente principal junto con número muy grande de burbujas de gas.

10 Se utilizan bombas externas para impulsar el fluido a través de los bucles externos. En algunos sistemas, el medio acuoso retirado se somete a oxígeno a una presión más alta en un recipiente separado y el oxígeno se disuelve y se satura a una presión más alta antes de ser reintroducido de nuevo en el líquido a granel para formar burbujas. Para todos estos sistemas, la intención es maximizar ya sea la utilización de oxígeno o la tasa de absorción de oxígeno.

Especial consideración se puede dar a las reacciones de oxidación, en las que se disuelve "M" en un medio acuoso y se oxida con el oxígeno molecular. Esto está representado por la siguiente reacción:



15 En un sistema de oxidación dado, una reacción se clasifica como muy lenta si la disolución de oxígeno es mucho más rápida en comparación con su consumo en la reacción de oxidación.

En tal caso, habrá una concentración finita de oxígeno disuelto en la mayor parte de la fase acuosa. La concentración del oxígeno disuelto será entre despreciable en el valor límite inferior y la concentración de solubilidad en equilibrio como el límite superior.

20 La velocidad específica de oxidación se expresa matemáticamente como:

$$R = k_{mn} * [M]^m * [O_2]^n$$

en que R es la velocidad de reacción específica;

k_{mn} es la constante de velocidad de oxidación, generalmente una función de la temperatura;

[M] es la concentración de soluto a ser oxidado;

25 m^o es el orden con respecto a M;

[O₂] es la concentración de oxígeno disuelto; y

n^o es el orden con respecto al oxígeno.

30 La concentración de soluto a oxidar [M] en el reactor por tandas comienza a una concentración muy alta al comienzo de una operación por tandas y prosigue como oxidación, [M] alcanza una concentración más baja ralentizando considerablemente la velocidad de reacción específica hacia la compleción de la tanda.

La velocidad específica se maximiza cuando la concentración de oxígeno disuelto se aproxima a la solubilidad a una presión dada. A fin de mantener velocidades específicas próximas al máximo, son necesarios altos niveles de oxígeno disuelto. Estos niveles altos se logran poniendo en contacto un gran exceso de gas oxígeno molecular que debe ser reutilizado mediante reciclaje o desechado y ambas cosas añaden costes de capital o costes de operación.

35 Además de maximizar la velocidad de oxidación específica, las reacciones se llevan a cabo a temperatura elevada. En general, el aumento de la temperatura de reacción aumenta la constante de velocidad cinética " k_{mn} ", pero reduce la solubilidad del oxígeno y la concentración de oxígeno disuelto.

40 Alternativamente, el incremento de presión junto con la temperatura es un enfoque diferente, pero en la producción a muy gran escala, la oxidación de los materiales de alimentación de bajo costo tales como minerales, menas y productos químicos inorgánicos de bajo costo, grandes recipientes a presión de alto costo no son económicamente atractivos y, por lo tanto, es necesaria una solución eficiente más económica.

El documento EP 0 261 822 A2 describe un procedimiento para el tratamiento de material residual acuoso mediante oxidación, en el que se retira una parte de la fase acuosa y se enriquece en oxígeno oxonizado antes de ser devuelto al reactor.

45 **Descripción de la presente invención: objeto, solución, ventajas**

A partir de las desventajas y deficiencias como las descritas arriba y teniendo en cuenta la técnica anterior tal como se discute, un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento de oxidación mejorado y un aparato

de oxidación correspondiente que no sólo logre una eficiencia de utilización de oxígeno de alta, sino que también ofrezca velocidades mejoradas de la absorción de oxígeno.

5 Este objeto se logra mediante un método que comprende las características de la reivindicación 1, así como mediante un aparato que comprende las características de la reivindicación 9. Realizaciones ventajosas y mejoras convenientes de la presente invención se describen en las respectivas reivindicaciones dependientes.

En una realización adicional de la presente invención, se describe un método para la oxidación de un material en un reactor de oxidación, en el que el reactor de oxidación comprende, además, un bucle de circulación externa que tiene medios para aumentar la presión en el bucle externo, que comprende las etapas de:

- 10 a) medir la concentración de oxígeno en el reactor de oxidación;
 b) retirar un volumen de medio acuoso del reactor de oxidación y medir la concentración de oxígeno en el volumen;
 c) alimentar oxígeno en el volumen para alcanzar una concentración deseada de oxígeno;
 d) alimentar el volumen de nuevo al reactor de oxidación a una presión elevada y a través de un dispositivo venturi para proporcionar una alta contrapresión al caudal volumétrico; y
 15 e) formar un patrón de circulación dentro del reactor de oxidación, con lo que en el medio acuoso se mantiene una mayor concentración de oxígeno en la parte inferior del reactor de oxidación.

En aún otra realización, la presente invención comprende un método de oxidar un medio orgánico en un reactor de oxidación, en el que el reactor de oxidación comprende, además, un bucle de circulación externo que tiene medios para aumentar la presión en el bucle externo, que comprende las etapas de:

- 20 a) medir la concentración de oxígeno en el reactor de oxidación;
 b) retirar un volumen de medio orgánico del reactor de oxidación y medir la concentración de oxígeno en el volumen;
 c) alimentar oxígeno al volumen para alcanzar una concentración deseada de oxígeno;
 d) retroalimentar el volumen al reactor de oxidación a una presión elevada y a través de un dispositivo venturi para proporcionar una alta contrapresión al caudal volumétrico; y
 25 e) formar un patrón de circulación dentro del reactor de oxidación, con lo que en el medio acuoso se mantiene una mayor concentración de oxígeno en la parte inferior del reactor de oxidación.

30 La cantidad de oxígeno añadido al volumen se controla para asegurar la disolución del oxígeno. La cantidad de oxígeno añadido al volumen también es determinada por el caudal de oxígeno que abandona el reactor de oxidación. Alternativamente, la cantidad de oxígeno añadida al volumen se determina mediante la concentración de oxígeno disuelto en el reactor de oxidación. Sin embargo, la cantidad de oxígeno añadida al volumen se controla para inhibir la formación de burbujas libres en el reactor de oxidación.

La profundidad dentro del reactor de oxidación a la que se añade el volumen es la profundidad que ayudará a minimizar la desgasificación de gas oxígeno en el medio acuoso o en el medio orgánico.

35 La alimentación del volumen al reactor de oxidación agitará el contenido del reactor de oxidación, suspendiendo con ello sólidos dentro del medio acuoso o dentro del medio orgánico y mejorando la transferencia de calor en el contenido del mismo.

La presente invención comprende, además, un método para aumentar la concentración de oxígeno en un reactor de oxidación, que comprende las etapas de:

- 40 a) retirar un volumen de medio acuoso de dicho reactor de oxidación y elevar la presión del medio acuoso retirado;
 b) alimentar oxígeno a dicho volumen de medio acuoso y disolver sustancialmente casi todo el oxígeno gaseoso;
 c) retroalimentar el volumen enriquecido con oxígeno del medio acuoso a dicho reactor de oxidación; y
 45 d) mezclar dicho volumen enriquecido con oxígeno del medio acuoso en el volumen de un medio acuoso en dicho reactor de oxidación.

Alternativamente, la presente invención comprende un método para mejorar la oxidación de reaccionantes en un reactor de oxidación, que comprende las etapas de:

- 50 a) retirar un volumen de medio acuoso de dicho reactor de oxidación y elevar la presión del medio acuoso retirado;
 b) alimentar oxígeno a dicho volumen de medio acuoso y disolver sustancialmente casi todo el oxígeno gaseoso;
 c) retroalimentar el volumen enriquecido con oxígeno del medio acuoso a dicho reactor de oxidación; y

- d) mezclar dicho volumen enriquecido con oxígeno del medio acuoso en el volumen de un medio acuoso en dicho reactor de oxidación.

5 El oxígeno es alimentado al volumen retirado de medio acuoso a presiones elevadas (en el intervalo de 0 a 20 barg, siendo barg "presión manométrica"), mientras que el reactor de oxidación se mantiene a aproximadamente la presión ambiente. El oxígeno se puede derivar de cualquier fuente, tal como un generador de oxígeno in situ o un tanque de oxígeno líquido a granel o una botella de oxígeno.

10 Se puede emplear una bomba para ayudar a separar el volumen de medio acuoso del reactor de oxidación y elevarlo a una presión más alta. El medio acuoso puede ser saturado a una presión más alta mediante la alimentación de oxígeno utilizando un dispositivo de disolución de oxígeno tal como un difusor de gas o un burbujeador, un mezclador estático o dispositivo venturi o una combinación de los mismos.

15 El volumen enriquecido con oxígeno de medio acuoso se introduce en el reactor de oxidación con una alta velocidad a través de una o más boquillas o tuberías convergentes capaces de convertir energía de presión en energía cinética. Esta introducción se realiza típicamente a una profundidad para formar una alta cabeza hidrostática para minimizar o prevenir la desgasificación del oxígeno disuelto y para proporcionar una mezcla con la mayor parte del medio acuoso ya presente en el reactor de oxidación.

La cantidad de oxígeno en el volumen retirado de medio acuoso puede acercarse a la saturación a una presión elevada y se encuentra, en general, a una concentración más alta que el medio acuoso presente en el reactor de oxidación. La retirada de un volumen de medio acuoso también se puede realizar periódicamente a medida que prosigue la reacción en el reactor de oxidación.

20 De acuerdo con la presente invención,

- se mide la concentración de oxígeno en el reactor de oxidación antes de retirar el volumen de medio acuoso o de medio orgánico del reactor de oxidación,
- se mide la concentración de oxígeno en el volumen retirado, y
- se eleva la presión del medio retirado, en particular, del medio acuoso retirado.

25 De acuerdo con una realización conveniente de la presente invención,

- se controla para asegurar la disolución del oxígeno, y/o
- se determina mediante un procedimiento seleccionado del grupo que consiste en el caudal de oxígeno que abandona el reactor de oxidación y la concentración de oxígeno disuelto en el reactor de oxidación, y/o
- se controla para inhibir la formación de burbujas libres en el reactor de oxidación.

30 De acuerdo con una forma de realización favorecida de la presente invención,

- el oxígeno se alimenta a una presión elevada, y/o
- el reactor de oxidación se mantiene a presión ambiente.

35 De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, el volumen enriquecido en oxígeno, en particular de medio acuoso, se retroalimenta o se introduce en el reactor de oxidación a una presión elevada y/o a través de un dispositivo venturi, en particular a un distribuidor de líquido y/o, en particular, para proporcionar una alta contrapresión al caudal volumétrico.

De acuerdo con una realización ventajosa de la presente invención,

- la profundidad a la que el volumen enriquecido en oxígeno se añade a un distribuidor de líquido es suficiente para proporcionar una alta contrapresión al caudal volumétrico, y/o
- 40 - el volumen enriquecido en oxígeno, en particular de medio acuoso, se introduce a una profundidad para proporcionar la mezcla con el medio, en particular con el medio acuoso.

De acuerdo con una realización conveniente de la presente invención, la alimentación del volumen en el reactor de oxidación agita el contenido del reactor de oxidación, suspendiendo con ello los sólidos y mejorando la transferencia de calor en el reactor de oxidación.

45 De acuerdo con una realización favorecida de la presente invención, el volumen enriquecido en oxígeno, en particular, de medio acuoso, se acerca la saturación de oxígeno.

De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, se utiliza una bomba para aumentar la presión del medio enriquecido con oxígeno, en particular, del medio acuoso enriquecido con oxígeno.

50 La presente invención comprende también un aparato para realizar el método según se describe anteriormente, que comprende:

- un reactor de oxidación equipado con un agitador;
 - medios para retirar un volumen de medio acuoso o de medio orgánico del reactor de oxidación, en particular, de una manera periódica;
 - medios para alimentar a una presión elevada oxígeno al volumen retirado; y
- 5 - medios para reintroducir el volumen enriquecido con oxígeno en el reactor de oxidación.

Los medios para retirar el medio acuoso o el medio orgánico del reactor de oxidación pueden comprender una bomba.

Los medios para la alimentación de oxígeno al volumen retirado pueden comprender una fuente de alimentación de oxígeno.

- 10 Los medios para introducir el medio acuoso o el medio orgánico que tiene una mayor concentración de oxígeno de nuevo en el reactor de oxidación pueden comprender un dispositivo tal como un conjunto de boquillas o una boquilla inductora de líquido.

De acuerdo con la presente invención, el reactor de oxidación comprende, además, un bucle de circulación externa que tiene medios para aumentar la presión en el bucle de circulación externa.

- 15 De acuerdo con una realización conveniente de la presente invención, un medidor está conectado de forma fluida al reactor de oxidación para medir la concentración de oxígeno en el medio acuoso o en el medio orgánico.

De acuerdo con una realización favorecida de la presente invención, la velocidad para la alimentación de oxígeno al volumen retirado es controlada por un controlador lógico programable.

- 20 De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, un dispositivo venturi retroalimenta o introduce el volumen enriquecido en oxígeno, en particular de medio acuoso, en el reactor de oxidación a una presión elevada, en particular a un distribuidor de líquido y/o, en particular, para proporcionar una alta contrapresión al caudal volumétrico.

- 25 El método de la presente invención implica la retirada de un volumen medido de medio acuoso de un recipiente de reacción, sometiendo y disolviendo oxígeno molecular a una presión elevada en el volumen retirado y reintroduciendo el medio rico en oxígeno disuelto de nuevo en el recipiente que se mantiene a presión ambiente.

Este volumen rico en oxígeno se reintroduce en el recipiente de reacción de oxidación a la profundidad deseada con alta energía cinética tal como la proporcionada por un conjunto de boquillas con el fin de provocar una mezcladura a fondo del medio acuoso enriquecido con oxígeno con la masa del medio acuoso en el recipiente de reacción de oxidación.

- 30 La mezcladura del medio acuoso enriquecido con oxígeno se lleva a cabo para provocar la mezcladura de sólidos en suspensión, reduciendo los gradientes de calor, mejorando la transferencia de calor e inhibiendo la formación de burbujas de oxígeno en la masa de la fase líquida.

- 35 La cantidad de saturación del medio acuoso enriquecido en oxígeno se controla cuidadosamente a fin de evitar la formación de burbujas gaseosas en la fase líquida a granel en el recipiente de reacción de oxidación y, por lo tanto, todo el oxígeno permanece en el estado disuelto disponible en la fase líquida para las reacciones homogéneas de líquidos o de sólidos-líquidos.

Además, el medio enriquecido con oxígeno puede ser introducido por una o más boquillas colocadas simétricamente para provocar un patrón de circulación obtenido de otro modo mediante agitación. Como tal, tanques sin agitador también se pueden utilizar como reactores de oxidación.

- 40 El control de la temperatura en cualquier reactor de oxidación es generalmente un factor importante en su funcionamiento. El medio acuoso puede ser calentado o el calor puede ser retirado en un bucle externo o a través de superficies de transferencia de calor o uno o más métodos tradicionales utilizados en un reactor de refrigeración y calefacción tales como fluidos de transferencia de calor circulantes a través de un serpentín con camisa o lapa adosado a la pared del reactor o serpentín de calentamiento/enfriamiento colocado dentro del reactor de oxidación.

- 45 La presente invención prevé, además, minimizar la pérdida de oxígeno disuelto y la formación de burbujas de gas en el recipiente de reacción a presión atmosférica al tiempo que mantiene el contenido del recipiente a la temperatura deseada eliminando o añadiendo calor, mejorando de este modo la oxidación de los componentes reaccionantes presentes en el recipiente de reacción de oxidación. Este método mejora la utilización de la transferencia de masa, transferencia de momento, la transferencia de calor, la técnica de mezcladura con la instrumentación y el control para el sistema de oxidación económicamente ventajoso, intrínsecamente seguro, fiable y estable.
- 50

La presente invención se refiere finalmente al uso de un método de oxidación según se describe anteriormente y/o de un aparato de oxidación según se describe anteriormente

- para oxidar un material o un medio orgánico o
- para aumentar la concentración de oxígeno o
- 5 - para mejorar la oxidación de reaccionantes.

Breve descripción de los dibujos

Como ya se ha comentado anteriormente, hay varias opciones para realizar así como para mejorar la enseñanza de la presente invención de una manera ventajosa. Para este fin, se hace referencia a las reivindicaciones dependientes, respectivamente, en la reivindicación 1 y de la reivindicación 10; mejoras adicionales, características y ventajas de la presente invención se explican a continuación en más detalle con referencia a una realización preferida a modo de ejemplo no limitante y a los dibujos que se acompañan, en que

Fig. 1: es una vista esquemática de una realización ilustrativa de un aparato de oxidación o de un sistema de oxidación de la presente invención, este aparato de oxidación o sistema de oxidación de trabajo de acuerdo con el método de la presente invención.

15 Descripción detallada de los dibujos; mejor manera de realizar la presente invención

Pasando a la Fig. 1, se muestra un aparato de oxidación 100 de acuerdo con la presente invención. Con este aparato de oxidación 100 que trabaja de acuerdo con el método de la presente invención, básicamente aumenta la concentración de oxígeno en el medio de reacción presente en el reactor de oxidación 10. Se retira un volumen de medio acuoso del reactor de oxidación 10 y se presuriza y se añade oxígeno al mismo. El volumen rico en oxígeno de medio acuoso se reintroduce entonces en el reactor de oxidación 10 a una presión incrementada para asegurar una mezcla adecuada con el medio acuoso que tiene un menor contenido de oxígeno.

En mayor detalle, el reactor de oxidación 10 contiene el medio de reacción líquido que es típicamente un medio acuoso que contiene reaccionantes necesarios para la producción de productos químicos, productos farmacéuticos, productos químicos finos, etc. La cámara de aire 2 de espacio abierto puede ser de distinto volumen dependiendo del tamaño global del reactor de oxidación y la cantidad de medio acuoso presente en el mismo.

La presente invención también se aplica a los reactores con tapas es decir, de cámara de aire cubierta, pero mantenidos a presiones próximas a las ambientes. El reactor de oxidación 10 puede o puede no estar equipado con un agitador B. Si se proporciona agitador B, éste se utilizará como medio primario para mezclar los ingredientes reactivos. Un medidor A está conectado de forma fluida a través de la tubería 1 al reactor de oxidación 10 para medir la concentración de oxígeno en el medio acuoso.

Una fuente de alimentación de oxígeno G está conectada a través de la tubería 4 a una bomba E, que será accionada para separar parte del medio acuoso presente en el reactor de oxidación 10 a través de la tubería 5. Este medio acuoso, que es típicamente un medio acuoso, contiene un determinado nivel de oxígeno, pero típicamente es una cantidad insaturada de oxígeno.

La bomba E suministra este medio acuoso a un dispositivo venturi F, pero antes de que el medio acuoso alcance el venturi F, el oxígeno es alimentado al medio acuoso a través de la tubería 6 a una presión elevada. Esto aumentará la concentración de oxígeno presente en el medio acuoso que está siendo alimentado al venturi F a través de la tubería 6 a una cantidad que acerca a la saturación, si no se satura realmente, a una presión elevada.

Un controlador lógico programable (PLC) D se conecta por medio de la tubería 3 a la alimentación de oxígeno 4 y determinará, sobre la base de la cantidad deseada de oxígeno en el medio acuoso, qué cantidad de oxígeno es alimentada al medio acuoso en la tubería 6.

El medio acuoso enriquecido con oxígeno es alimentado a través del venturi F a presión elevada (0 a 20 barg, siendo barg "presión manométrica") a través de la tubería 7 al reactor de oxidación 10. La o las boquillas colocadas en el extremo de la tubería 7 introducen medio líquido a presión en el reactor 10 en profundidad a un distribuidor de líquido C.

La o las boquillas convertirán la energía de presión en energía cinética que hará circular el medio acuoso enriquecido con oxígeno en el resto del medio acuoso insaturado con oxígeno ya presente en el reactor de oxidación 10. Al realizar esta reintroducción de medio saturado en el reactor de oxidación, se evita una sobresaturación de oxígeno y la cantidad correcta de oxígeno para los propósitos de reacción se puede alimentar de forma controlada al reactor de oxidación 10.

En otra realización, el oxígeno se introduce no en la tubería 6, sino en la garganta del venturi y, de ese modo, la saturación de oxígeno se produce en el venturi y la tubería 7 aguas abajo del venturi.

En otra forma de realización adicional, se utilizan uno o más boquillas inductoras de líquido en el extremo de la tubería 7. Estas boquillas inducen medio acuoso insaturado desde la proximidad de las boquillas y corriente mixta que se aproxima a la saturación completa de oxígeno con una alta velocidad cinética que emerge de la boquilla. La velocidad de la corriente que sale de la boquilla proporciona la agitación y la mezclado para una mejor reacción y el control de la temperatura en el reactor de oxidación.

5

En aún otra realización, el medio de reacción es un disolvente orgánico y se utiliza oxígeno para la oxidación de compuestos orgánicos en el disolvente orgánico. Son aplicables los métodos y aparatos 100 según se describen para un medio acuoso en los casos en los que el medio de reacción es orgánico y/o los reaccionantes son orgánicos.

10 Como el método descrito en la presente invención, para inhibir o minimizar las burbujas de oxígeno en el reactor de oxidación y mantener el oxígeno en un estado disuelto ofrece inherentemente condiciones más seguras en la cámara de aire del reactor con respecto a los riesgos de explosión.

En aún otra realización adicional, la oxidación de compuestos orgánicos, no hay disolvente y el propio reaccionante disuelve oxígeno.

15 **Lista de números de referencia**

- 1 tubería, en particular entre el medidor A y el reactor de oxidación 10
- 2 cámara de aire de espacio abierto
- 3 tubería, en particular entre el controlador lógico programable (PLC) D y la alimentación de oxígeno 4
- 4 tubería, en particular de alimentación de oxígeno de la fuente de alimentación de oxígeno G a la bomba E
- 20 5 tubería, en particular del reactor de oxidación 10 a la bomba E
- 6 tubería, en particular de la fuente de alimentación de oxígeno G y/o de la bomba E al dispositivo venturi F
- 7 tubería, en particular del dispositivo venturi F al distribuidor de líquido C
- 10 reactor de oxidación
- 100 aparato de oxidación
- 25 A medidor
- B agitador
- C distribuidor de líquido
- D controlador lógico programable o PLD
- E bomba
- 30 F dispositivo venturi
- G fuente de alimentación de oxígeno

REIVINDICACIONES

1. Un método de oxidación
- para aumentar la concentración de oxígeno o
 - para mejorar la oxidación de reaccionantes en un reactor de oxidación (10), que comprende las etapas de:
- 5 - retirar un volumen de medio acuoso o de medio orgánico del reactor de oxidación (10) de una manera periódica;
- alimentar oxígeno al volumen retirado con el fin de conseguir una concentración deseada de oxígeno y sustancialmente disolver casi todo el oxígeno gaseoso;
- 10 - alimentar el volumen enriquecido con oxígeno de nuevo al reactor de oxidación (10) y mezclar el volumen enriquecido con oxígeno en la masa de un medio acuoso o en la masa de un medio orgánico en el reactor de oxidación (10) y/o formar un patrón de circulación dentro del reactor de oxidación (10), con lo que en el medio acuoso o en el medio orgánico se mantiene una mayor concentración de oxígeno en la parte inferior del reactor de oxidación (10), en el que
- la concentración de oxígeno en el reactor de oxidación (10) se mide antes de retirar el volumen de medio acuoso o de medio orgánico del reactor de oxidación (10),
- 15 - se mide la concentración de oxígeno en el volumen retirado, y
- se eleva la presión del medio retirado del medio acuoso retirado.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la cantidad de oxígeno añadida al volumen
- se controla para asegurar la disolución del oxígeno, y/o
- 20 - se determina mediante un procedimiento seleccionado del grupo que consiste en el caudal de oxígeno que abandona el reactor de oxidación (10) y la concentración de oxígeno disuelto en el reactor de oxidación (10), y/o
- se controla para inhibir la formación de burbujas libres en el reactor de oxidación (10).
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que
- el oxígeno se alimenta a una presión elevada, y/o
- 25 - el reactor de oxidación (10) se mantiene a presión ambiente.
4. El método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el volumen enriquecido en oxígeno, en particular de medio acuoso, se retroalimenta o se introduce en el reactor de oxidación (10) a una presión elevada y/o a través de un dispositivo venturi (F) a un distribuidor de líquido (C) y/o para proporcionar una alta
- 30 contrapresión al caudal volumétrico.
5. El método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que
- la profundidad a la que el volumen enriquecido en oxígeno se añade a un distribuidor de líquido (C) es suficiente para proporcionar una alta contrapresión al caudal volumétrico, y/o
- 35 - el volumen de medio acuoso enriquecido en oxígeno se introduce a una profundidad para proporcionar la mezcla con el medio acuoso.
6. El método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la alimentación del volumen en el reactor de oxidación (10) agita el contenido del reactor de oxidación (10), suspendiendo con ello los sólidos y mejorando la transferencia de calor en el reactor de oxidación (10).
7. El método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el volumen de medio acuoso enriquecido en oxígeno se acerca la saturación de oxígeno.
- 40 8. El método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que se utiliza una bomba (E) para aumentar la presión del medio enriquecido con oxígeno, del medio acuoso enriquecido con oxígeno.
9. Un aparato de oxidación (100) para realizar el método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende:
- 45 - un reactor de oxidación (10) equipado con un agitador (B) y con un bucle de circulación externa que tiene medios para aumentar la presión en el bucle de circulación externa;
- medios (E), a saber, una bomba, para retirar un volumen de medio acuoso o de medio orgánico del reactor de oxidación (10);
- 50 - medios (G), a saber una fuente de alimentación de oxígeno, para alimentar a una presión elevada oxígeno al volumen retirado; y
- medios, a saber un dispositivo tal como un conjunto de boquillas o una boquilla inductora de líquido, para introducir el volumen enriquecido con oxígeno de nuevo en el reactor de oxidación (10).
10. El aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en el que un medidor (A) está conectado de forma fluida al reactor de oxidación (10) para medir la concentración de oxígeno en el medio acuoso o en el medio orgánico.

11. El aparato de acuerdo con la reivindicación 9 ó 10, en el que un controlador lógico programable (D) controla la velocidad para la alimentación de oxígeno al volumen retirado.

5 12. El aparato de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 9 a 11, en el que un dispositivo venturi (F) retroalimenta o introduce el volumen de medio acuoso enriquecido en oxígeno en el reactor de oxidación (10) a una presión elevada a un distribuidor de líquido (C) y/o para proporcionar una alta contrapresión al caudal volumétrico.

13. Uso de un método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 8 y/o de un aparato de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 9 a 12,

- para aumentar la concentración de oxígeno o
- para mejorar la oxidación de reaccionantes.

10

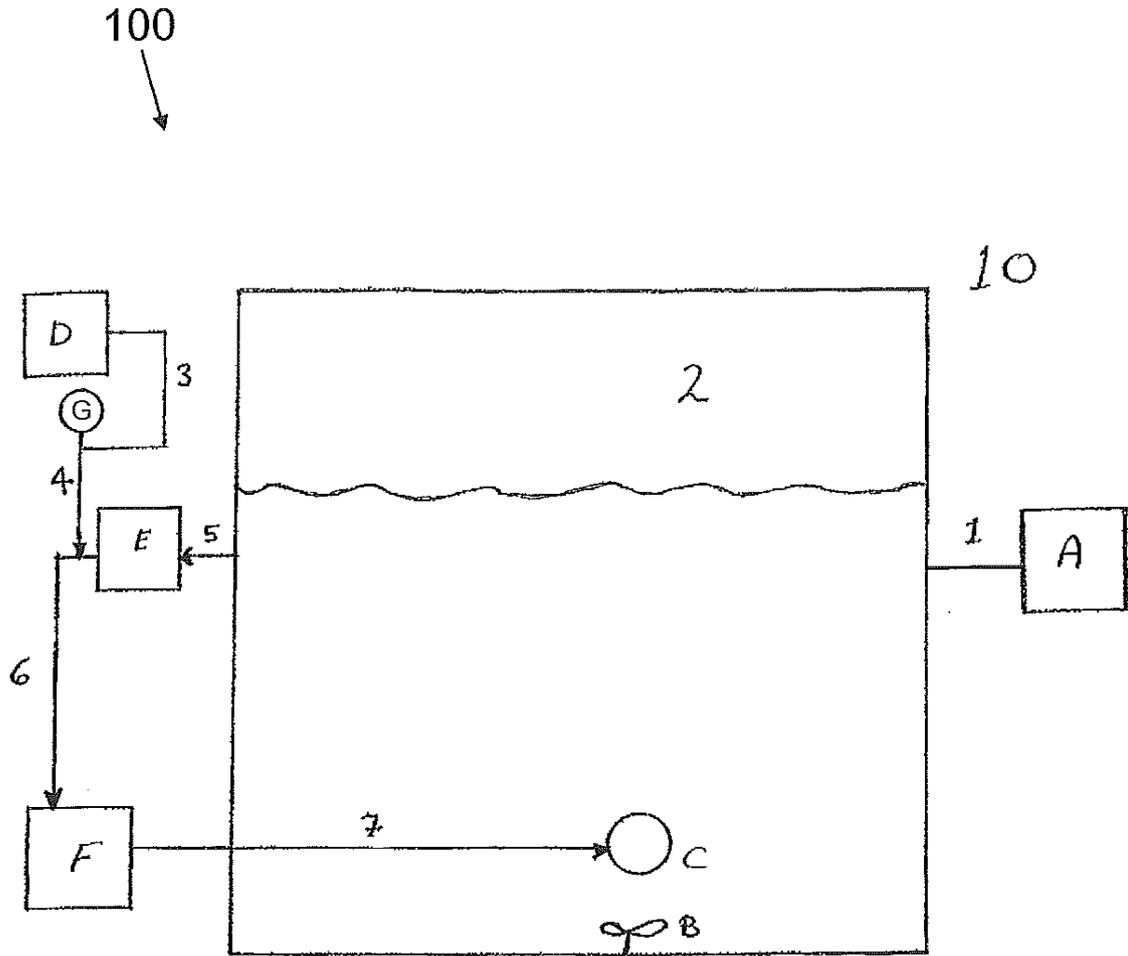


Fig. 1