

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 707 395**

51 Int. Cl.:

C01B 11/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.03.2007 PCT/SE2007/050125**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.10.2007 WO07117205**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2007 E 07716099 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2018 EP 2004545**

54 Título: **Proceso para la producción de dióxido de cloro**

30 Prioridad:

10.04.2006 US 790523 P
19.06.2006 EP 06115670

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.04.2019

73 Titular/es:

AKZO NOBEL N.V. (100.0%)
Postbus 9300, Velperweg 76/6824 BM
6800 SB Arnhem, NL

72 Inventor/es:

WOODRUFF, THOMAS, E.;
CHARLES, GARY, A. y
OLSON, DANIEL, D.

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 707 395 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

Proceso para la producción de dióxido de cloro

La presente invención se refiere a un proceso y una unidad de producción para la producción de dióxido de cloro a partir de clorato de metal alcalino, ácido y un agente reductor.

5 El dióxido de cloro se usa en diversas aplicaciones, tales como blanqueo de pulpa, blanqueo de grasa, purificación de agua y eliminación de materiales orgánicos de desechos industriales. Puesto que el dióxido de cloro no es estable al almacenamiento, generalmente se produce *in situ*.

10 En procesos a gran escala, el dióxido de cloro generalmente se produce haciendo reaccionar clorato de metal alcalino con un agente reductor en un medio de reacción acuoso. El dióxido de cloro se puede retirar del medio de reacción como un gas, como en los procesos descritos en, las patentes de EE.UU. 5091166, 5091167 y en la patente EP 612686. Normalmente, el gas de dióxido de cloro se absorbe luego en agua para formar una disolución acuosa del mismo. Estos procesos a gran escala son altamente eficientes pero requieren equipos e instrumentos de proceso extensos.

15 Para la producción de dióxido de cloro a partir de clorato de metal alcalino en unidades a pequeña escala, tal como para aplicaciones de purificación de agua o pequeñas plantas de blanqueo, el dióxido de cloro generalmente no se separa del medio de reacción. En su lugar, una corriente de producto que comprende dióxido de cloro, sal, ácido en exceso y clorato opcionalmente sin reaccionar se retira del reactor y se usa directamente, generalmente después de la dilución con agua en un eductor. Tales procesos en los últimos años se han vuelto comerciales y se describen en, por ejemplo, las patentes de EE.UU. 2833624, 4534952, 5895638, 6387344, 6790427 y 7070710, y en las Solicitudes de Patentes de EE.UU. N.º de Publicación 2004/0175322, N.º de Publicación 2003/0031621, N.º de Publicación 2005/0186131 y N.º de Publicación 2006/0133983. El equipo de proceso requerido y la instrumentación son considerablemente menos extensos que en los procesos a gran escala descritos anteriormente. Sin embargo, para algunas aplicaciones donde las unidades a pequeña escala serían adecuadas, puede ser deseable obtener el dióxido de cloro como una fase gaseosa, o como una disolución acuosa de alta concentración y/o sin el exceso de ácido y sal.

25 Los documentos EP 0 850 875 A1 y US 2344346 describen procesos continuos para la producción de dióxido de cloro por reacción de clorato de sodio con ácido (s) mineral (es) que involucran a un eductor alimentado por aire.

Es un objeto de la invención proporcionar un proceso simple para la producción de dióxido de cloro de alta concentración y/o que esté sustancialmente libre de exceso de ácido y subproducto de sal.

Otro objeto de la invención es proporcionar una unidad de producción para realizar el proceso.

30 Se ha encontrado que es posible encontrar estos objetos en un proceso en donde una corriente de producto de un reactor se diluye en un eductor alimentado con una corriente motriz gaseosa. Por lo tanto, un aspecto de la invención se refiere a un proceso para la producción de dióxido de cloro, comprendiendo dicho proceso las etapas en continuo de: alimentar a un reactor un ácido, clorato de metal alcalino y un agente reductor; hacer reaccionar el clorato de metal alcalino con el ácido y el agente reductor para formar una corriente de producto que comprende dióxido de cloro, agua y sal de metal alcalino del ácido; y llevar la corriente del producto que incluye cualquier líquido y gas en el reactor desde el reactor hasta un eductor y mezclarlo con una corriente motriz gaseosa que se alimenta al eductor y formar así una corriente de producto diluida. Esta corriente de producto diluida se puede utilizar como tal, por ejemplo, como agente de blanqueo, para la purificación del agua o cualquier otra aplicación adecuada para el dióxido de cloro, pero también puede tratarse en una o más operaciones unitarias.

40 Una realización de la invención comprende además las etapas de llevar la corriente de producto diluida a un separador de gas-líquido; separar el gas del líquido en la corriente de producto diluida para formar una corriente de gas que comprende dióxido de cloro; y retirar la corriente de gas que comprende dióxido de cloro del separador de gas-líquido. Esta corriente de gas se puede usar como tal en cualquier aplicación adecuada para el dióxido de cloro en fase gaseosa, tal como el blanqueo o la purificación del agua, o se puede tratar en una o más operaciones unitarias, tales como la absorción en el agua. En el último caso, el proceso comprende además preferiblemente las etapas de llevar la corriente de gas que comprende dióxido de cloro desde el separador de gas-líquido a un absorbente; poner en contacto dicha corriente de gas con un flujo de agua para formar una disolución acuosa que contiene dióxido de cloro; y retirar la disolución acuosa que contiene dióxido de cloro del absorbente. Esta disolución acuosa se puede utilizar para cualquier aplicación adecuada, tal como blanqueo o purificación de agua. Otra realización de la invención comprende las etapas de llevar la corriente de producto diluida desde el eductor a un absorbente; poner en contacto la corriente de producto diluida con un flujo de agua para formar una disolución acuosa que contiene dióxido de cloro; y retirar la disolución acuosa que contiene dióxido de cloro del absorbente. Por lo tanto, la corriente de producto diluida se lleva al absorbente sin ninguna separación previa de gas-líquido. La disolución acuosa obtenida se puede usar para cualquier aplicación adecuada, tal como blanqueo o purificación de agua.

55 El uso de una corriente motriz gaseosa en lugar de un líquido para el eductor permite la producción de dióxido de cloro de alta concentración y/o sustancialmente libre de exceso de sales y ácido en exceso con un servicio relativamente bajo en las siguientes operaciones unitarias, tal como la separación y/o absorción gas-líquido. Además, se reduce la

necesidad de agregar gas inerte en una etapa posterior para diluir aún más el dióxido de cloro para minimizar el riesgo de descomposición y, en algunos casos, se elimina.

El reactor se puede operar como se describe en las Patentes de EE.UU. mencionadas anteriormente 2833624, 4534952, 5895638, 6387344, 6790427 y 7070710 y en las Solicitudes de Patente de EE.UU. N.º de Publicación 2004/0175322, N.º de Publicación 2003/0031621 y N.º de Publicación US2005/0186131.

Se puede usar cualquier agente reductor comúnmente usado en la producción de dióxido de cloro, tal como dióxido de azufre, cloruro, metanol y peróxido de hidrógeno, de los cuales el peróxido de hidrógeno es particularmente preferido.

El clorato de metal alcalino se alimenta adecuadamente al reactor como una disolución acuosa. El metal alcalino puede ser, por ejemplo, sodio, potasio o mezclas de los mismos, de los cuales el sodio es el más preferido. El ácido es preferiblemente un ácido mineral tal como ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido perclórico o mezclas de los mismos, de los cuales el ácido sulfúrico es el más preferido. Si el agente reductor es peróxido de hidrógeno, la relación molar H_2O_2 a ClO_3^- alimentada al reactor es adecuadamente de 0,2:1 a 2:1, preferiblemente de 0,5:1 a 1,5:1, lo más preferiblemente de 0,5:1 a 1:1. Normalmente, se prefiere que la relación molar de agente reductor a clorato sea al menos estequiométrica. El clorato de metal alcalino siempre contiene algo de cloruro como impureza, pero también es completamente posible alimentar más cloruro al reactor, tal como el cloruro de metal o el ácido clorhídrico. Sin embargo, con el fin de minimizar la formación de cloro, se prefiere mantener baja la cantidad de iones de cloruro alimentados al reactor, adecuadamente por debajo del 1% en moles, preferiblemente por debajo del 0,1% en moles, más preferiblemente menos del 0,05% en moles, lo más preferiblemente menos que 0,02 mol% de Cl^- en ClO_3^- (incluyendo el cloruro presente en el clorato como impureza de la producción del mismo).

En el caso de que se use ácido sulfúrico como alimentación al reactor, tiene preferiblemente una concentración de 60 a 98% en peso, lo más preferiblemente de 70 a 85% en peso y preferiblemente una temperatura de 0 a 80 °C, lo más preferiblemente de 20 a 60 °C. Preferiblemente de 2 a 7 kg H_2SO_4 , más preferiblemente de 3 a 5 kg de H_2SO_4 se alimenta por kg de ClO_2 producido. Para usar ácido sulfúrico de alta concentración, se aplica preferentemente un esquema de dilución y enfriamiento como se describe en la Solicitud de Patente de EE.UU. N.º de Publicación 2004/0175322.

En una realización particularmente preferida, el clorato de metal alcalino y el peróxido de hidrógeno se alimentan al reactor en forma de una disolución acuosa premezclada, por ejemplo una composición como se describe en US 7070710. Dicha composición puede ser una disolución acuosa que comprende de 1 a 6,5 moles/litro, preferiblemente de 3 a 6 moles/litro de clorato de metal alcalino, de 1 a 7 moles/litro, preferiblemente de 3 a 5 moles/litro de peróxido de hidrógeno y al menos uno de un coloide protector, un eliminador de radicales o un agente complejante a base de ácido fosfónico, en donde el pH de la disolución acuosa adecuadamente es de 0,5 a 4, preferiblemente de 1 a 3,5, lo más preferiblemente de 1,5 a 3. Preferiblemente, al menos está presente un agente complejante basado en ácido fosfónico, preferiblemente en una cantidad de 0,1 a 5 mmoles/litro, lo más preferiblemente de 0,5 a 3 mmoles/litro. Si está presente un coloide protector, su concentración es preferiblemente de 0,001 a 0,5 moles/litro, lo más preferiblemente de 0,02 a 0,05 moles/litro. Si está presente un eliminador de radicales, su concentración es preferiblemente de 0,01 a 1 mol/litro, lo más preferiblemente de 0,02 a 0,2 moles/litro. Las composiciones particularmente preferidas comprenden al menos un agente complejante basado en ácido fosfónico seleccionado del grupo que consiste en ácido 1-hidroxi-etilideno-1,1-difosfónico, ácido 1-aminoetano-1,1-difosfónico, amino tri(ácido metilfosfónico), etilendiamina tetra(ácido metilfosfónico), hexametildiamina tetra(ácido metilfosfónico), dietilendiamina penta(ácido metilfosfónico), dietilendiamina hexa(ácido metilfosfónico), ácidos 1-aminoalcano-1,1-difosfónico (tales como ácido morfolinometano difosfónico, ácido N,N-dimetil aminodimetil difosfónico, ácido aminometil difosfónico), productos de reacción y sales de los mismos, preferiblemente sales de sodio. Los coloides protectores útiles incluyen compuestos de estaño, tales como estannato de metal alcalino, particularmente estannato de sodio ($\text{Na}_2(\text{Sn}(\text{OH})_6)$). Los eliminadores de radicales útiles incluyen ácidos piridin carboxílicos, tales como el ácido 2,6-piridin dicarboxílico. Adecuadamente, la cantidad de iones cloruro es inferior a 300 mmoles/litro, preferiblemente inferior a 50 mmoles/litro, más preferiblemente inferior a 5 mmoles/litro, lo más preferiblemente inferior a 0,5 mmoles/litro.

La temperatura en el reactor se mantiene adecuadamente por debajo del punto de ebullición de los reactivos y la parte líquida de la corriente de producto a la presión predominante, preferiblemente de 20 a 80 °C, lo más preferiblemente de 30 a 60 °C. La presión mantenida dentro del reactor es adecuadamente ligeramente subatmosférica, preferiblemente de 30 a 100 kPa absolutos, lo más preferiblemente de 65 a 95 kPa de absolutos.

El reactor puede comprender uno o varios recipientes, por ejemplo dispuestos verticalmente, horizontalmente o inclinados. Los reactivos pueden alimentarse directamente al reactor o a través de un dispositivo de mezcla separado. El reactor es un recipiente de flujo continuo sustancialmente tubular o tubería, que comprende lo más preferiblemente medios para mezclar los reactivos de una manera sustancialmente uniforme. Tales medios para mezclar se describen en, por ejemplo, el documento US 6790427 y la Solicitud de Patente de EE.UU. N.º de Publicación 2004/0175322.

Los productos químicos de alimentación, que incluyen ácido, clorato de metal alcalino y agente reductor, se alimentan preferiblemente cerca de un extremo del reactor y la corriente de producto se retira preferiblemente en el otro extremo

del reactor.

5 La longitud (en la dirección de flujo principal) del reactor utilizado es preferiblemente de 150 a 1500 mm, lo más preferiblemente de 300 a 900 mm. Se ha encontrado favorable usar un reactor sustancialmente tubular con un diámetro interno de 25 a 300 mm, preferiblemente de 50 a 150 mm. Es particularmente favorable usar un reactor sustancialmente tubular que tenga una relación preferida de la longitud al diámetro interno de 12:1 a 1:1, lo más preferiblemente de 8:1 a 4:1. Un tiempo de residencia promedio adecuado en el reactor es en la mayoría de los casos de 1 a 60 segundos, preferiblemente de 3 a 20 segundos.

10 La reacción entre el clorato de metal alcalino, el ácido y el agente reductor da lugar a la formación de una corriente de producto que comprende dióxido de cloro, sal de metal alcalino del ácido, agua y, en la mayoría de los casos, algunos productos químicos de alimentación que quedan sin reaccionar. Si se usa peróxido de hidrógeno como agente reductor, la corriente del producto también comprende oxígeno. Si se utiliza ácido sulfúrico como ácido, la corriente del producto comprende sulfato de metal alcalino. La corriente del producto comprende tanto líquido como gas y puede estar, al menos en parte, en forma de espuma. El dióxido de cloro y el oxígeno pueden estar presentes tanto disueltos en el líquido como en forma de burbujas de gas, mientras que la sal de metal alcalino del ácido generalmente se disuelve en el líquido.

15 Se ha encontrado posible lograr un grado de conversión de clorato de metal alcalino en dióxido de cloro de 75% a 100%, preferiblemente de 80 a 100%, lo más preferiblemente de 95 a 100%.

20 La corriente de producto que se retira del reactor, incluyendo cualquier líquido y gas en su interior, se lleva al eductor, preferiblemente por una fuerza de succión creada por el eductor. La corriente de producto se mezcla luego en el eductor con la corriente motriz gaseosa que se alimenta para formar una corriente de producto diluida, que generalmente también comprende líquido y gas. Se puede utilizar cualquier tipo de eductor que pueda operarse con una corriente motriz gaseosa, y dichos educutores también están disponibles comercialmente. La corriente motriz gaseosa, también denominada gas motriz, es preferiblemente un gas o mezcla de gases que es inerte con respecto al dióxido de cloro. Ejemplos de tales gases incluyen nitrógeno, oxígeno y gases nobles. Por razones prácticas y económicas se prefiere el aire.

25 En las realizaciones en las que la corriente de producto diluida del eductor se lleva a un separador de gas-líquido, al menos parte del gas disuelto en el líquido presente se separa del mismo. Para facilitar la separación, se puede agregar gas inerte a la corriente de producto diluida, ya sea dentro del separador de gas-líquido o antes de introducirse al separador. Dependiendo de la cantidad de gas que se haya mezclado en la corriente del producto en el eductor, el gas inerte agregado en relación con la separación gas-líquido también puede servir para diluir aún más el dióxido de cloro y, por lo tanto, minimizar el riesgo de descomposición. En algunos casos, se puede introducir gas inerte en la corriente de gas que sale del separador de gas-líquido. Cualquier gas inerte adecuado como gas motriz para el eductor puede usarse también para el separador de gas-líquido. La corriente de gas retirada comprende preferiblemente de 1 a 15% en peso, lo más preferiblemente de 3 a 12% en peso de dióxido de cloro. Bajas concentraciones son deseables para algunas aplicaciones como el tratamiento de gases de combustión, mientras que altas concentraciones son preferibles en realizaciones donde la corriente de gas se lleva a un absorbente para producir una disolución acuosa que contiene dióxido de cloro.

30 Para facilitar la separación gas-líquido, la temperatura en el separador se mantiene preferiblemente de 30 a 90 °C, lo más preferiblemente de 40 a 80 °C, particularmente de 50 a 75 °C.

35 En algunos casos, puede ser favorable separar solo parte del dióxido de cloro y, por lo tanto, retirarse en la corriente de gas, por ejemplo, de 20 a 80% o de 30 a 70% del dióxido de cloro de la corriente de producto diluida. Para utilizar el dióxido de cloro que queda en la fase líquida, este puede recuperarse, al menos en parte, como un producto líquido y usarse para el blanqueo o el tratamiento de agua donde el ácido restante, la sal y otros posibles subproductos no causen ningún daño significativo. El término separador de gas-líquido como se usa en la presente memoria, se refiere a cualquier tipo de equipo adecuado para separar gas y líquido. Ejemplos de separadores gas-líquido son columnas de separación, separadores de centrifugación, tanques ventilados, etc.

40 Los ejemplos de columnas de separación incluyen columnas de placa, columnas de lecho compacto y columnas de pared húmeda (película descendente). En una realización, la columna de separación es una columna de lecho compacto que puede comprender cualquier tipo de empaquetamiento estándar, cuyos ejemplos incluyen anillos Raschig, adaptadores Berl, adaptadores Intalox, etc. Una columna de separación se opera preferiblemente introduciendo la corriente de producto diluida en la parte superior de la columna y soplando gas inerte en la parte inferior de la misma. Después, la fase líquida se recoge preferiblemente en la parte inferior de la columna y se retira, mientras que la corriente de gas que comprende dióxido de cloro se puede retirar en cualquier posición por encima del nivel del líquido.

45 Ejemplos de separadores de centrifugación incluyen aquellos que comprenden un recipiente sustancialmente cilíndrico o al menos parcialmente cónico en donde la corriente de producto diluida se introduce desde el eductor sustancialmente de manera tangencial en el recipiente, preferiblemente en la parte superior del mismo. La fase líquida sale preferiblemente del recipiente en el fondo mientras que la corriente de gas que comprende dióxido de cloro sale

preferiblemente por la parte superior del recipiente. Para facilitar aún más la separación de gas-líquido, el separador de centrifugación se opera preferiblemente a presión subatmosférica. En caso de que se agregue gas inerte, es preferible introducirlo directamente en el separador de centrifugación o en la corriente de producto diluida antes de introducirse en el separador de ciclones o en la corriente de gas que sale del separador de gas-líquido.

5 En caso de que se use un tanque como separador de gas-líquido, se alimenta preferiblemente con un soplador para gas inerte cerca del fondo.

10 La corriente de gas que comprende dióxido de cloro puede retirarse del separador de gas-líquido por cualquier medio adecuado, por ejemplo, un dispositivo que crea una presión subatmosférica, tal como un ventilador. El dispositivo puede, por ejemplo, colocarse directamente después del separador de gas-líquido o después de un absorbente opcional.

15 En caso de que la corriente de producto diluida del eductor se lleve a un absorbente, las especies solubles, tales como la sal de metal alcalino del ácido y los productos químicos de alimentación sin reaccionar, también se absorben en el agua, mientras que los componentes gaseosos con solubilidad limitada, como el oxígeno, se retiran en una fase gaseosa. La velocidad de flujo del agua al absorbente, ya sea refrigerada o no, se ajusta preferiblemente para que la concentración de dióxido de cloro pueda mantenerse constante independientemente de la velocidad de producción. La disolución acuosa obtenida en el absorbente puede tener una concentración de dióxido de cloro dentro de un amplio intervalo, por ejemplo de 0,1 g/litro a 12 g/litro, preferiblemente de 3 g/litro a 10 g/litro, lo más preferiblemente de 4 g/litro a 8 g/litro. La concentración de clorato sin reaccionar en la disolución acuosa, que depende del grado de conversión, es adecuadamente inferior a 0,33 moles/mol de ClO_2 , preferiblemente por debajo de 0,11 moles/mol ClO_2 , lo más preferiblemente por debajo de 0,053 moles/mol de ClO_2 . La concentración de sal de metal alcalino depende de la concentración de dióxido de cloro y es adecuadamente de 0,74 mmoles/litro a 59 mmoles/litro. El pH de la disolución acuosa puede variar dentro de un amplio intervalo, en parte dependiente de la concentración de dióxido de cloro, por ejemplo de 0,1 a 1, preferiblemente de 0,2 a 0,8.

25 Si una corriente de gas que comprende dióxido de cloro de un separador de gas-líquido se lleva a un absorbente, esto también se opera como se describió anteriormente, con la excepción de que no se incluyen componentes no gaseosos. Entonces, por lo tanto, es posible obtener una disolución acuosa de dióxido de cloro sustancialmente libre de ácido sin reaccionar alimentado al reactor o sales del mismo, así como de clorato sin reaccionar. La concentración de dióxido de cloro de una disolución de este tipo puede ser la indicada anteriormente, mientras que el pH en la mayoría de los casos es de 2 a 4.

30 Por el término absorbente, como se usa en la presente memoria, se entiende cualquier columna o torre o similar donde el gas se pone en contacto con un flujo de líquido para absorber los compuestos solubles en él, preferiblemente en un flujo continuo de contracorriente. Dentro del absorbente se colocan preferiblemente dispositivos tales como placas o elementos de empaquetamiento para proporcionar superficies interfaciales donde puede tener lugar la transferencia de masa entre el gas y el líquido. Los ejemplos de elementos de empaquetamientos útiles incluyen anillos Raschig, adaptadores Berl, adaptadores Intalox, etc. Los ejemplos de placas incluyen placas de tamiz y placas de burbujeo.

35 El proceso de la invención es particularmente adecuado para la producción de dióxido de cloro a pequeña escala, por ejemplo, de 0,5 a 250 kg de ClO_2/h , preferiblemente de 10 a 150 kg de ClO_2/h .

Una unidad de producción a pequeña escala típica de la invención normalmente incluye solo un reactor, aunque es posible disponer varios, por ejemplo, hasta 15 o más reactores en paralelo, por ejemplo, como un haz de tubos.

40 La invención se refiere además a una unidad de producción para la producción de dióxido de cloro, comprendiendo dicha unidad: un reactor provisto de una o más entradas de alimentación para ácido, agente reductor y clorato de metal alcalino, en donde el reactor es un recipiente de flujo continuo sustancialmente tubular o tubería; y un eductor conectado al reactor provisto de una entrada para una corriente motriz gaseosa, medios para mezclar la corriente de producto que comprende dióxido de cloro que incluye cualquier líquido y gas del reactor en la misma con la corriente motriz gaseosa para obtener una corriente de producto diluida, y una salida para dicha corriente de producto diluida.

45 En una realización, la unidad de producción comprende además un separador de gas-líquido conectado a la salida del eductor, medios para retirar una corriente de gas que comprende dióxido de cloro del separador de gas-líquido, y opcionalmente un absorbente y medios para llevar la corriente de gas que comprende dióxido de cloro al absorbente.

50 En otra realización, la unidad de producción comprende un absorbente y medios para llevar la corriente de producto diluida desde el eductor al absorbente.

La unidad de producción de la invención es particularmente adecuada para su uso en el proceso de la invención y, en relación con otras características opcionales y preferidas, se hace referencia a la descripción del proceso anterior.

Las realizaciones de la invención se describirán ahora con referencia al dibujo adjunto. El alcance de la invención, sin embargo, no se limita a estas realizaciones sino solamente al alcance de las reivindicaciones adjuntas.

55 Las figuras 1, 2 y 3 muestran esquemáticamente esquemas de proceso de diferentes realizaciones de la invención.

5 Es común a las realizaciones de las Figuras 1, 2 y 3 que el ácido sulfúrico y una disolución acuosa premezclada de clorato de sodio y peróxido de hidrógeno se alimentan a un reactor de flujo continuo tubular vertical 1 y se hacen reaccionar allí para formar una corriente de producto 2 de líquido y gas, generalmente al menos en parte como espuma. La corriente del producto 2 comprende dióxido de cloro, oxígeno, sulfato de sodio y algo de ácido sulfúrico restante y clorato de sodio. Un eductor 3 se alimenta con gas motriz, generalmente aire, para generar una presión ligeramente subatmosférica que lleva la corriente de producto 2 desde el reactor 1 al eductor 3. El eductor 3 puede ser de cualquier tipo estándar que comprende una cámara o similar en donde la corriente de producto 2 se mezcla con el gas motriz 4 para formar una corriente de producto diluida 5, que generalmente también comprende líquido y gas con dióxido de cloro presente en ambas fases.

10 En la realización de la Figura 1, la corriente de producto diluida 5 del eductor 3 se lleva a un separador de gas-líquido 6, tal como una columna de extracción, un tanque ventilado o un separador de centrifugación. El separador de gas-líquido 6 se alimenta con gas inerte 7, tal como aire que se mezcla con el gas separado de la corriente de producto diluida para formar una corriente de gas 8 que comprende dióxido de cloro que se retira. La fase líquida separada del gas, una disolución acuosa que comprende sulfato de sodio, ácido sulfúrico y generalmente algo de clorato y gas disuelto, se retira como una corriente 9 y, por ejemplo, puede usarse para el control del pH, la recuperación del azufre o, en algunos casos, simplemente ser eliminado después de la neutralización.

15 En la realización de la Figura 2, el separador de gas-líquido 6 funciona como en la realización de la Figura 1, pero la corriente de gas 8 que comprende dióxido de cloro se lleva a un absorbente 10 alimentado con agua fría 11 para disolver el dióxido de cloro y formar una disolución acuosa del mismo que se retira como corriente 12 y constituye el producto real del proceso. Los componentes gaseosos no disueltos, tales como el gas motriz alimentado al eductor 3, el oxígeno generado en el reactor 1 y el gas inerte introducido en el separador de gas-líquido 8 se retiran como corriente 13.

20 En la realización de la Figura 3, la corriente de producto diluida 5 del eductor 3 se lleva a un absorbente 10 alimentado con agua fría 11 para disolver el dióxido de cloro y formar una disolución acuosa del mismo que se retira como corriente 12 y constituye el producto real de la proceso. Como no ha habido una separación previa de gas-líquido, la corriente del producto 12 comprende no solo dióxido de cloro, sino también otros componentes solubles de la corriente 5, tales como el sulfato de sodio, el ácido sulfúrico y generalmente algo de clorato. Los componentes gaseosos no disueltos, tales como el gas motriz alimentado al eductor 3 y el oxígeno generado en el reactor 1, se retiran como la corriente 13.

25 El equipo de proceso, incluido el reactor 1, el eductor 3 y el separador opcional de gas-líquido 6 y el absorbente 10, están fabricados adecuadamente con materiales resistentes a los productos químicos con los que están en contacto, tales como uno o más de peróxido de hidrógeno, clorato de sodio, ácido sulfúrico y dióxido de cloro. Dichos materiales incluyen, por ejemplo, vidrio, tántalo, titanio, plástico reforzado con fibra de vidrio, fluoro plásticos como PVDF (fluoruro de polivinilideno) CPVC (cloruro de polivinilo clorado), PTFE (politetrafluoroetileno), PFA (polímero de perfluoroalcoxi), ECTFE (etilenclorotrifluoro etileno)) o FEP (etileno propileno fluorado), o el uso de estos materiales como material de revestimiento para un material estructural como el acero o el acero inoxidable. Los plásticos fluorados adecuados se venden bajo las marcas comerciales Kynar®, Teflon® o Halar®.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para la producción de dióxido de cloro, comprendiendo dicho proceso comprende las etapas en continuo de:
- 5 alimentar a un reactor un ácido, clorato de metal alcalino y un agente reductor;
- hacer reaccionar el clorato de metal alcalino con el ácido y el agente reductor para formar una corriente de producto que comprende dióxido de cloro, agua y sal de metal alcalino del ácido; y,
- llevar la corriente de producto que incluye cualquier líquido y gas en el reactor desde el reactor a un eductor y mezclarlo con una corriente motriz gaseosa alimentada al eductor y formando así una corriente de producto diluida.
- 10 2. Un proceso según la reivindicación 1, que comprende además las etapas de:
- llevar la corriente de producto diluida a un separador de gas-líquido;
- separar el gas del líquido en la corriente de producto diluida para formar una corriente de gas que comprende dióxido de cloro; y,
- retirar la corriente de gas que comprende dióxido de cloro del separador de gas-líquido.
- 15 3. Un proceso según la reivindicación 2, que comprende además las etapas de:
- llevar la corriente de gas que comprende dióxido de cloro desde el separador de gas-líquido a un absorbente;
- poner en contacto dicha corriente de gas con un flujo de agua para formar una disolución acuosa que contiene dióxido de cloro; y,
- retirar la disolución acuosa que contiene dióxido de cloro del absorbente.
- 20 4. Un proceso según la reivindicación 1, que además comprende las etapas de:
- llevar la corriente de producto diluida a un absorbente;
- poner en contacto la corriente de producto diluida con un flujo de agua para formar una disolución acuosa que contiene dióxido de cloro; y,
- retirar la disolución acuosa que contiene dióxido de cloro del absorbente.
- 25 5. Un proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la corriente de producto procedente del reactor comprende tanto líquido como gas.
6. Un proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la corriente de producto diluida procedente del eductor comprende tanto líquido como gas.
- 30 7. Un proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde la corriente motriz gaseosa alimentada al eductor es un gas o mezcla de gases que es inerte con respecto al dióxido de cloro.
8. Un proceso como el reivindicado en la reivindicación 7, en donde la corriente motriz gaseosa alimentada al eductor es aire.
9. Un proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el reactor es un recipiente de flujo continuo o una tubería.
- 35 10. Un procedimiento según la reivindicación 9, en donde el ácido, el clorato de metal alcalino y el agente reductor se alimentan cerca de un extremo del reactor mientras la corriente de producto se retira en el otro extremo del reactor.
11. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde el agente reductor es peróxido de hidrógeno.
12. Un proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde el ácido es ácido sulfúrico.
- 40 13. Unidad de producción para la producción de dióxido de cloro, comprendiendo dicha unidad: un reactor provisto de una o más entradas de alimentación para ácido, agente reductor y clorato de metal alcalino, en donde el reactor es un recipiente de flujo continuo sustancialmente tubular o tubería; y
- un eductor conectado al reactor provisto de una entrada para una corriente motriz gaseosa, medios para mezclar la corriente de producto que comprende dióxido de cloro y que incluye cualquier líquido y gas del reactor con la corriente motriz gaseosa para obtener una corriente de producto diluida, y una salida para dicha corriente de producto diluida.
- 45

14. Unidad de producción según la reivindicación 13, que comprende además un separador de gas-líquido conectado a la salida del eductor, medios para retirar una corriente de gas que comprende dióxido de cloro del separador de gas-líquido.

5 15. Unidad de producción según la reivindicación 14, que comprende además un absorbente y medios para llevar la corriente de gas que comprende dióxido de cloro desde el separador de gas-líquido al absorbente.

16. Unidad de producción según la reivindicación 13, que comprende además un absorbente y medios para llevar la corriente de producto diluida desde el eductor al absorbente.

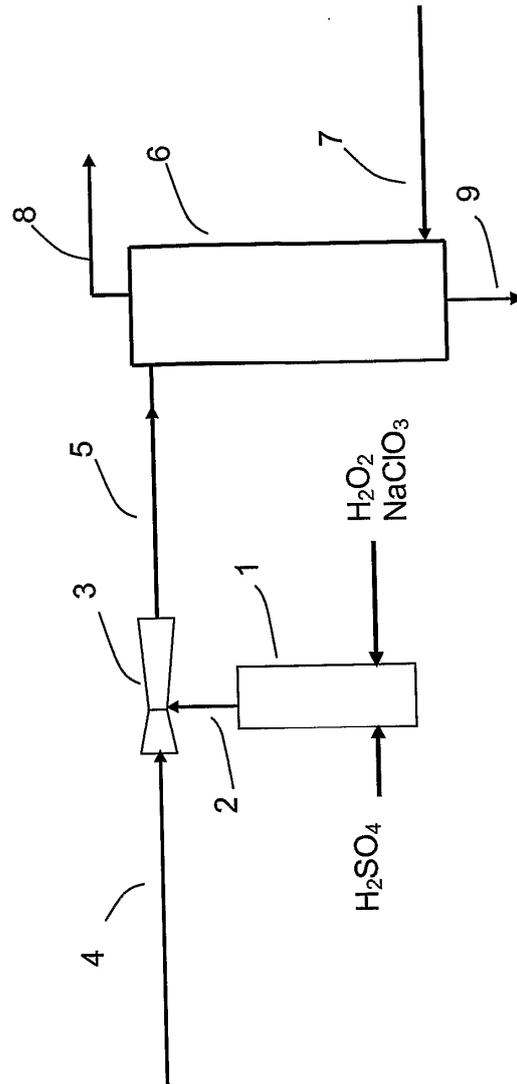


Fig. 1

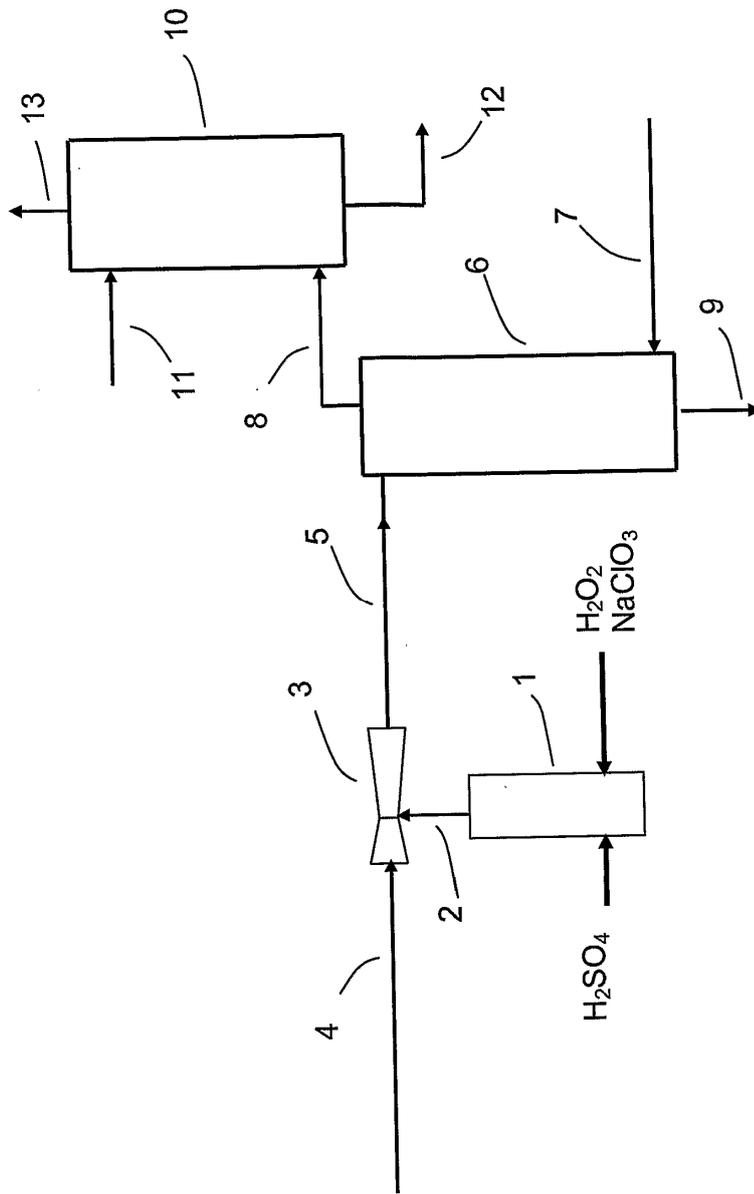


Fig. 2

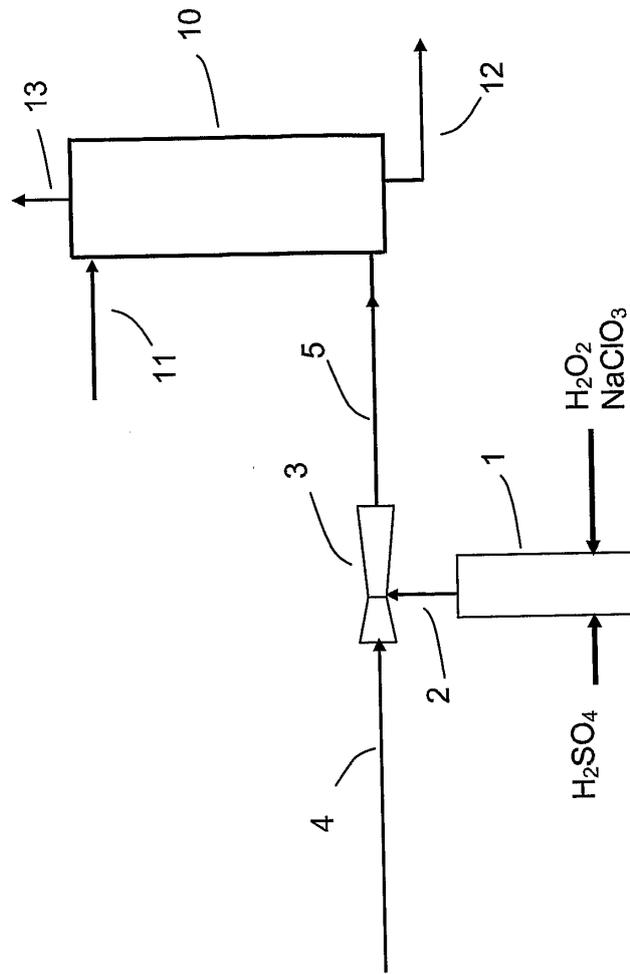


Fig. 3