



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 069**

51 Int. Cl.:
C01B 11/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08705278 .3**

96 Fecha de presentación : **03.01.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2099710**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.09.2009**

54 Título: **Procedimiento para la producción de dióxido de cloro.**

30 Prioridad: **12.01.2007 EP 07100484**
12.01.2007 US 884675 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.10.2011

73 Titular/es: **AKZO NOBEL N.V.**
Postbus 9300, Velperweg 76/6824 BM
6800 SB Arnhem, NL

72 Inventor/es: **Pelin, Kalle;**
Persson, Fredrik y
Stoltz, Erika

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 366 069 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

Procedimiento para la producción de dióxido de cloro

La presente invención se refiere a un procedimiento para la producción de dióxido de cloro que comprende la formación de dióxido de cloro en un medio de reacción en un recipiente de reacción y la extracción del dióxido de cloro de dicho recipiente de reacción, y además comprende tratar al menos una corriente del procedimiento procedente del recipiente de reacción con un adsorbente.

El dióxido de cloro usado en disolución acuosa tiene un considerable interés comercial, principalmente en el blanqueo de la pasta papelera, pero también en la purificación del agua, blanqueo de grasa, eliminación de fenoles de desechos industriales etc. Por lo tanto es conveniente proporcionar procedimientos en los que el dióxido de cloro se pueda producir eficazmente.

Hay numerosos procedimientos diferentes para producir dióxido de cloro. La mayoría de los procedimientos a gran escala en el uso comercial se llevan a cabo en fábricas de pasta e implican la reacción continua de clorato de metal alcalino en un medio de reacción ácido, con un agente de reducción tal como peróxido de hidrógeno, metanol, iones cloruro o dióxido de azufre para formar dióxido de cloro, que se extrae del medio de reacción en forma de gas. Se puede encontrar una revisión de dicho procedimiento en "Pulp Bleaching - Principles and Practice", TAPPI PRESS 1996, Section II: Raw Materials, Chapter 2: Bleaching Chemicals: Chlorine Dioxide, p. 61-69.

En un tipo de procedimiento, el medio de reacción se mantiene en un solo recipiente de reacción en condiciones de ebullición a presión inferior a la atmosférica, en las que la sal de metal alcalino del ácido precipita y se extrae en forma de una torta de sal. Se describen ejemplos de dichos procedimientos en las patentes de EE.UU. 5091166, 5091167, 5366714 y 5770171, y en el documento WO 2006/062455. La torta de sal también se puede lavar con agua u otro disolvente, como se describe, p. ej., en las patentes de EE.UU. 5674466 y 6585950.

En otro tipo de procedimiento, el medio de reacción se mantiene en condiciones no cristalizantes, en general a presión sustancialmente atmosférica. En la mayoría de los casos el medio de reacción empobrecido de un primer recipiente de reacción se lleva a un segundo recipiente de reacción para las reacciones posteriores para producir dióxido de cloro. El medio de reacción empobrecido extraído del recipiente de reacción final, normalmente denominado ácido residual, contiene ácido, sal de metal alcalino y normalmente algo de clorato de metal alcalino sin reaccionar. El ácido residual a veces se puede usar, al menos parcialmente, en el procedimiento de fabricación de pasta. Se describen ejemplos de procedimientos de generación de dióxido de cloro no cristalizantes en los documentos EP 612686, WO 2006/033609, JP 03-115102 y JP 88-008203.

También se ha descrito el tratamiento del medio de reacción empobrecido o la torta de sal disuelta de forma electroquímica, como se describe p. ej. en las patentes de EE.UU. 4129484, 5478446, 5487881, 5858322 y 6322690.

En procedimientos para la generación a pequeña escala de dióxido de cloro, tal como en aplicaciones para la purificación de agua o pequeñas instalaciones de blanqueo, el dióxido de cloro normalmente no se separa del medio de reacción. En su lugar, se extrae del reactor una corriente de producto que comprende dióxido de cloro, sal, el ácido en exceso y opcionalmente clorato sin reaccionar, y se usa directamente normalmente después de dilución, en una tobera eyectora. Se describen ejemplos de dichos procedimientos en las patentes de EE.UU. 2833624, 4534952, 5895638, 6387344, 6790427 y publicaciones de solicitudes de patente de EE.UU. nº 2004/0175322, Publ. Nº 2003/0031621, Publ. Nº 2005/0186131 y Publ. Nº 2006/0133983.

Los procedimientos comerciales modernos de producción de dióxido de cloro en las fábricas de pasta son muy eficaces y solo se generan cantidades muy pequeñas de subproductos no deseados, tales como cloro. Sin embargo, ahora se ha encontrado que las corrientes del procedimiento procedentes del recipiente de reacción pueden contener cantidades pequeñas de compuestos orgánicos clorados, tales como dibenzo-p-dioxinas o dibenzo-furanos clorados. Aunque las cantidades de los mismos son extremadamente bajas, la alta toxicidad de algunos compuestos clorados hace que sea conveniente reducir el contenido de los mismos en la mayor medida posible, en particular cuando algunas corrientes del procedimiento terminan finalmente en el procedimiento de fabricación de pasta.

El origen de los compuestos orgánicos clorados no está totalmente claro. Los intentos de usar materias primas de alta pureza con respecto a los contaminantes orgánicos han tenido éxito, pero no siempre consiguen eliminar completamente los compuestos orgánicos clorados de las corrientes del procedimiento. Por lo tanto, son necesarias mejoras adicionales.

La presente invención se refiere a un procedimiento para producir dióxido de cloro que comprende la formación de dióxido de cloro en un medio de reacción en al menos un recipiente de reacción y la extracción del dióxido de cloro de dicho al menos un recipiente de reacción, comprendiendo además el procedimiento la etapa de tratar el medio de reacción o al menos una corriente del procedimiento procedente directa o indirectamente de dicho al menos un recipiente de reacción, con un adsorbente eficaz para eliminar los compuestos orgánicos clorados de dicha al menos una corriente del procedimiento.

De acuerdo con la invención, se puede tratar el medio de reacción o las corrientes del procedimientos en todos los tipos de procedimientos de generación de dióxido de cloro, en particular en aquellos en los que el dióxido de cloro se forma haciendo reaccionar iones clorato y un agente de reducción en un medio de reacción acuoso ácido, pero también en procedimientos basados en otras materias primas tales como clorito de metal alcalino. Los procedimientos incluyen los descritos en las publicaciones mencionadas anteriormente y los usados en el comercio, tales como SVP-LITE®, SVP-HP®, SVP®-SCW, SVP®-HCL, HP-A®, Mathieson, R2, R3, R8, R10 y procedimientos integrados de dióxido de cloro/clorato. Por lo tanto, la invención se puede aplicar en un procedimiento en un solo recipiente que trabaja a presión inferior a la atmosférica y en condiciones cristalizantes, así como en procedimientos que trabajan a presión sustancialmente atmosférica y en condiciones no cristalizantes. Además, los procedimientos de generación de dióxido de cloro pueden trabajar con diferentes agentes de reducción tales como metanol, peróxido de hidrógeno, dióxido de azufre, iones cloruro y mezclas de los mismos, así como con diferentes ácidos minerales tales como ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido clórico y mezclas de los mismos. El clorato se puede suministrar en forma de clorato de metal alcalino, tal como clorato sódico, en forma de ácido clórico o cualquier mezcla de los mismos. En la mayoría de los casos, el dióxido de cloro se extrae del medio de reacción en forma de gas que posteriormente se puede absorber en agua, pero la invención también se puede aplicar a otros tipos de procedimientos.

Las corrientes del procedimiento que se pueden tratar incluyen las corrientes que proceden directa o indirectamente del recipiente de reacción. Las corrientes del procedimiento que proceden indirectamente del recipiente de reacción, se refieren a las corrientes que han pasado una o más operaciones unitarias tales como absorción, separación de componente volátiles, tratamiento electroquímico, etc. Los ejemplos específicos de corrientes del procedimiento que se pueden tratar de acuerdo con la invención, incluyen gas que contiene dióxido de cloro extraído del recipiente de reacción, disoluciones acuosas que contienen dióxido de cloro, p. ej., obtenidas por absorción en agua del gas extraído del recipiente de reacción, medio de reacción del recipiente de reacción, p. ej., medio de reacción que recircula por un calentador, filtro o cualquier otro dispositivo, y ácido residual extraído del recipiente de reacción u obtenido disolviendo la sal sólida obtenida en el recipiente de reacción o en un cristizador separado. En un procedimiento que funciona en condiciones no cristalizantes se ha encontrado ventajoso tratar el ácido residual procedente del recipiente de reacción final. En un procedimiento que funciona en condiciones cristalizantes se ha encontrado ventajoso tratar el gas que contiene dióxido de cloro extraído del recipiente de reacción o una disolución acuosa obtenida por absorción de dicho gas en agua.

El tratamiento de las corrientes del procedimiento se puede hacer de forma continua o discontinua, poniendo en contacto el líquido o gas con un adsorbente sólido en cualquier tipo de recipiente, columna o torre adecuada para el contacto de líquido-sólido o gas-sólido. Los ejemplos de disoluciones prácticas incluyen los adsorbedores de lecho fijo, columnas de lecho empaquetado, adsorbedores de lecho móvil, adsorbedores de lecho fluidizado, suspensión o contacto con la nube de polvo arrastrada seguido de filtración, precipitación electrostática o separación ciclónica. También se puede tratar una corriente líquida del procedimiento, tal como el ácido residual, con un dispersante, por ejemplo un tensioactivo o un desespumante, antes de la etapa de adsorción.

El medio de reacción se puede tratar poniéndolo en contacto con un adsorbente sólido dentro del recipiente de reacción, por ejemplo manteniendo el adsorbente en un cartucho u otro tipo de contenedor dentro del reactor.

Normalmente, la temperatura original del medio de reacción o la corriente del procedimiento se puede mantener, por ejemplo, de aproximadamente 30 a aproximadamente 100°C, o de aproximadamente 40 a aproximadamente 85°C, aunque también es totalmente posible calentar o enfriar la corriente del procedimiento antes de ponerla en contacto con el adsorbente. El tiempo medio de contacto puede ser, por ejemplo, de aproximadamente 10 min a aproximadamente 10 h, o de aproximadamente 15 min a aproximadamente 3 h.

El adsorbente puede tener cualquier forma física, como gránulos o cualquier tipo de cuerpo monolítico, tal como estructuras de panel.

Al menos parte de los compuestos orgánicos clorados en el medio de reacción o la corriente del procedimiento son adsorbidos en el adsorbente. Después de un determinado tiempo de funcionamiento, idealmente durante las paradas de mantenimiento periódicas o por ejemplo de aproximadamente 8 horas a aproximadamente 24 meses, el adsorbente usado preferiblemente se regenera o sustituye, y se llevan a la regeneración o destrucción.

Los ejemplos de adsorbentes adecuados incluyen los basados en carbón tales como carbón activado, hollín, coque, carbón vegetal, lignito o tubos de fulerenos de carbono, u otros materiales tales como zeolitas, sílice, polímeros orgánicos hidrófobos tales como poliésteres o poliolefinas como polietileno o polipropileno, óxidos de metales o metales tales como TiO₂, V₂O₅, WO₃, Pd, Cr o mezclas de los mismos, opcionalmente soportados sobre un soporte tal como sílice. Los óxidos de metales también pueden catalizar la descomposición de compuestos adsorbidos a temperatura elevada, haciendo favorable el tratamiento del medio de reacción o una corriente del procedimiento a una temperatura de al menos aproximadamente 100°C.

Los ejemplos de adsorbentes particularmente útiles incluyen los hechos de al menos un polímero orgánico como poliolefinas, tales como polietileno o polipropileno que contienen partículas de carga eficaces para adsorber compuestos orgánicos clorados. Las partículas de carga pueden estar hechas de carbón, por ejemplo carbón

activado, hollín o coque. El contenido de partículas de carga puede ser, por ejemplo, de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 30% en peso. Cuando se ha usado completamente, el adsorbente se puede destruir por incineración. Dichos adsorbentes se describen en la patente de EE.UU. 7022162 y también están disponibles en el comercio como gránulos, por ejemplo con la marca registrada Adiox®.

- 5 En muchos casos puede ser ventajoso pasar la corriente del procedimiento a través de un filtro mecánico, preferiblemente antes de ponerla en contacto con el adsorbente para evitar que los contaminantes no solubles lleguen al adsorbente. Se pueden usar diferentes tipos de filtros, tales como filtros de bolsa, banda, candela/cartucho, disco, tambor, hoja/placa, Nutsche, prensa de placa o tubo.

- 10 En muchos casos, en particular en procedimientos llevados a cabo en condiciones no cristalizantes, y en particular cuando se usa peróxido de hidrógeno como agente de reducción, se ha encontrado que se pueden reducir significativamente las cantidades de compuestos orgánicos clorados pasando el ácido residual o cualquier corriente del medio de reacción a través de un filtro mecánico para eliminar cualesquiera materiales orgánicos no solubles. Se puede usar cualquier clase de filtro, como los mencionados antes. En estos casos, se puede obtener una reducción significativa sin usar ningún adsorbente.

- 15 Los ejemplos de compuestos orgánicos clorados que pueden estar presentes en el medio de reacción o las corrientes del procedimiento y se pueden eliminar por adsorción incluyen dibenzo-p-dioxinas y dibenzofuranos clorados. Los ejemplos específicos de dichos compuestos incluyen dibenzo-p-dioxinas cloradas en las posiciones 2,3,7,8; 1,2,3,7,8; 1,2,3,4,7,8; 1,2,3,6,7,8; 1,2,3,7,8,9 y 1,2,3,4,6,7,8; y dibenzofuranos clorados en las posiciones 2,3,7,8; 1,2,3,7,8; 2,3,4,7,8; 1,2,3,4,7,8; 1,2,3,6,7,8; 2,3,4,6,7,8; 1,2,3,7,8,9 y 1,2,3,4,6,7,8; y 1,2,3,4,7,8,9.

- 20 En el caso de que haya otros compuestos orgánicos halogenados en el medio de reacción o la corriente del procedimiento, tal como los correspondientes compuestos bromados, su contenido también se reducirá por el tratamiento.

- 25 La invención se describe además en los dibujos adjuntos, de los cuales la fig. 1 y la fig. 2 muestran de forma esquemática diferentes realizaciones que, sin embargo, no deben interpretarse como limitantes del alcance de la invención.

- En relación con la fig. 1, se muestra de forma esquemática un procedimiento para la producción de dióxido de cloro en condiciones cristalizantes. Un recipiente de reacción 1 contiene un medio de reacción a presión inferior a la atmosférica, normalmente de aproximadamente 8 a aproximadamente 80 kPa absolutos. El medio de reacción se hace circular por un conducto de circulación 2 y un calentador 3 (normalmente llamado "evaporador") y de vuelta al
 30 recipiente de reacción 1 a una velocidad suficiente para mantener la temperatura del medio de reacción al punto de ebullición, normalmente de aproximadamente 15 a aproximadamente 100°C. Las corrientes de alimentación de clorato sódico, ácido sulfúrico y agente de reducción R tal como metanol o peróxido de hidrógeno, se alimentan en diferentes puntos de los conductos de circulación, pero si es adecuado, también se pueden alimentar directamente al recipiente de reacción. También se pueden mezclar previamente una o más de las corrientes de alimentación. La
 35 concentración de clorato mantenida en el medio de reacción puede variar dentro de límites amplios, por ejemplo de aproximadamente 0,25 moles/litro hasta la saturación. La acidez del medio de reacción se mantiene preferiblemente de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 12 N. En el medio de reacción, el clorato sódico, el agente de reducción y el ácido sulfúrico reaccionan para formar dióxido de cloro, sulfato sódico y opcionalmente otros subproductos, dependiendo del agente de reducción usado. El dióxido de cloro y otros productos gaseosos se
 40 extraen en forma de gas junto con el agua evaporada. El sulfato sódico precipita en forma de sal sustancialmente neutra o ácida, dependiendo de la acidez del medio de reacción, y se extrae en forma de torta de sal, Na_2SO_4 (s) o $\text{Na}_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$ (s), mediante la circulación del medio de reacción a través del filtro 4. El gas extraído del recipiente de reacción 1 se lleva al refrigerador 5 y después a un absorbedor 6 al que se suministra agua enfriada que disuelve el dióxido de cloro para formar dióxido de cloro acuoso ClO_2 (ac) mientras que los componentes gaseosos no disueltos
 45 se extraen en forma de gas G. El dióxido de cloro acuoso después se lleva a una columna 7 empacutada con un adsorbente eficaz para adsorber los compuestos orgánicos clorados como las dibenzo-p-dioxinas y dibenzofuranos, cuyo contenido en el dióxido de cloro acuoso de esta forma se reduce significativamente.

- En relación con la fig. 2, se muestra de forma esquemática un procedimiento para la producción de dióxido de cloro en condiciones no cristalizantes. Un recipiente de reacción principal 10 contiene un medio de reacción a presión
 50 sustancialmente atmosférica, p. ej., de aproximadamente 50 a aproximadamente 120 kPa absolutos, y a una temperatura preferida de aproximadamente 30 a aproximadamente 100°C. Las corrientes de alimentación de clorato sódico, ácido sulfúrico y un agente de reducción R como peróxido de hidrógeno, entran en el recipiente de reacción principal 10, por separado o como mezclas de dos o más de los mismos, mientras que se sopla en la parte inferior un gas inerte A tal como aire. En el medio de reacción, el clorato sódico, el agente de reducción y el ácido sulfúrico
 55 reaccionan para formar dióxido de cloro, sulfato sódico y opcionalmente otros subproductos, dependiendo del agente de reducción usado. El dióxido de cloro y otros productos gaseosos se extraen en forma de gas junto con el gas inerte. El medio de reacción empobrecido X_1 se lleva a un recipiente de reacción secundario 11 al que también se suministra una corriente de alimentación de agente de reducción R y gas inerte tal como aire. Aquí también el dióxido de cloro se produce en el medio de reacción y se extrae con otros productos gaseosos en forma de gas junto
 60 con el gas inerte, mientras que el medio de reacción empobrecido X_2 se lleva a un separador de componentes

volátiles 12 al que se suministra gas inerte tal como aire, para eliminar sustancialmente todo el gas del líquido. La presión absoluta mantenida en los recipientes de reacción 10, 11, preferiblemente es de aproximadamente 50 a aproximadamente 120 kPa. La acidez del medio de reacción en los recipientes de reacción 10, 11 se mantiene preferiblemente de aproximadamente 4 a aproximadamente 14 N. La concentración del clorato de metal alcalino en el medio de reacción en el primer recipiente de reacción 10 se mantiene preferiblemente de aproximadamente 0,05 moles/litro hasta la saturación, y en el segundo recipiente de reacción 11, preferiblemente de aproximadamente 9 a aproximadamente 75 mmoles/litro. El gas de los recipientes de reacción principal y secundario 10, 11, y del separador de componentes volátiles 12, se lleva a un absorbedor 6 que funciona como en el procedimiento de la fig. 1. La fase líquida X₃ del separador de componentes volátiles 12, a la que se ha hecho referencia como el ácido residual, se lleva a un filtro 13 que elimina el material no disuelto tal como una fase orgánica que se puede haber formado a partir de las impurezas orgánicas en las materias primas tales como el agua o el peróxido de hidrógeno. En esta etapa también se puede eliminar una parte significativa de los compuestos orgánicos clorados. Después de pasar el filtro 13, el ácido residual X₃ se lleva a una columna 7 empaquetada con un adsorbente eficaz para adsorber compuestos orgánicos clorados tales como dibenzo-p-dioxinas y dibenzofuranos, cuyo contenido en el ácido residual de esta forma se reduce significativamente.

Ejemplo 1: El ácido residual de un procedimiento llevado a cabo como se describe en la fig. 2 con peróxido de hidrógeno como agente de reducción se trató con un adsorbente de la marca registrada Adiox®, gránulos de polipropileno que contienen partículas de carbón. Las muestras se recogieron en dos botellas de vidrio, cada una de 1 litro de ácido residual. A cada botella se añadieron 25 gramos de gránulos Adiox®. Las botellas se fijaron en una placa de agitación en un baño de agua mantenido a 58°C y se agitaron durante 2 horas. Después los gránulos se separaron del ácido residual. Se analizaron en las muestras las dibenzo-p-dioxinas y los dibenzofuranos antes y después del tratamiento con el adsorbente. Los resultados expresados como equivalentes tóxicos de 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina, aparecen en la siguiente tabla:

	WHO-PCDD/F-TEQ	
	(pg/dm ³)	(pg/kg)
Ácido residual no tratado	400	290
Ácido residual tratado con Adiox®	260	190

Los resultados de varios congéneres se muestran en la siguiente tabla:

Congénere	Ácido gastado no tratado (pg/dm ³)	Ácido residual tratado con Adiox® (pg/dm ³)
2378TCDD	ND(1,4)	ND(1,0)
12378PeCDD	ND(6,3)	ND(2,5)
123478HxCDD	ND(4,8)	ND(4,0)
123678HxCDD	ND(4,8)	ND(4,0)
123789HxCDD	ND(4,8)	ND(4,0)
1234678HpCDD	ND(11)	ND(4,1)
OCDD	ND(24)	ND(11)
2378TCDF	870	480
12378PeCDF	750	520
23478PeCDF	350	240
123478HxCDF	840	540
123678HxCDF	81	59
234678HxDCF	27	12
123789HxCDF	48	41
1234678HpCDF	94	64
1234789HpCDF	210	150
OCDF	130	54

Ejemplo 2: El ácido residual de un procedimiento llevado a cabo como se describe en la figura 2 con peróxido de hidrógeno como agente de reducción se pasó por una columna de adsorción cargada con 13,0 kg del mismo tipo de gránulos Adiox® que en el ejemplo 1. La altura del lecho de adsorción era 1,5 m y el diámetro 1,24 dm. El flujo de ácido residual era de 40 kg/h y la duración del ensayo era 21 días. Un análisis de los gránulos Adiox® después del ensayo mostró como media 17 pg de TEQ/kg de ácido residual que se habían adsorbido en los gránulos y además 5 pg de TEQ/kg de ácido residual se habían adherido a la superficie de los gránulos. Esto sumaba una separación total de aproximadamente 440 ng de TEQ de las aproximadamente 20 toneladas tratadas de ácido residual.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un procedimiento para producir dióxido de cloro que comprende la formación de dióxido de cloro en un medio de reacción en al menos un recipiente de reacción y la extracción del dióxido de cloro de dicho al menos un recipiente de reacción, comprendiendo además el procedimiento una etapa de tratar el medio de reacción o al menos una corriente del procedimiento procedente directa o indirectamente de dicho al menos un recipiente de reacción, con un adsorbente eficaz para eliminar los compuestos orgánicos clorados de dicha al menos una corriente del procedimiento.
- 2.- Un procedimiento según la reivindicación 1, que además comprende pasar la al menos una corriente del procedimiento a través de un filtro mecánico antes de ponerla en contacto con el adsorbente.
- 10 3.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que los compuestos orgánicos clorados comprenden al menos una dibenzo-p-dioxina o dibenzofurano clorados.
- 4.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que la al menos una corriente del procedimiento tratada incluye gas que contiene dióxido de cloro extraído del recipiente de reacción.
- 15 5.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que la al menos una corriente del procedimiento tratada incluye una disolución acuosa que contiene dióxido de cloro.
- 6.- Un procedimiento según la reivindicación 5, en el que la disolución acuosa que contiene dióxido de cloro se obtiene absorbiendo en agua el gas extraído del recipiente de reacción.
- 7.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que la al menos una corriente del procedimiento tratada incluye ácido residual extraído del recipiente de reacción.
- 20 8.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que la al menos una corriente del procedimiento tratada incluye medio de reacción del recipiente de reacción.
- 9.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que la al menos una corriente del procedimiento tratada incluye una disolución acuosa de una sal sólida obtenida en el recipiente de reacción o un cristallizador separado.
- 25 10.- Un procedimiento según la reivindicación 8, en el que el medio de reacción se trata poniéndolo en contacto con un adsorbente sólido dentro del recipiente de reacción.
- 11.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que el dióxido de cloro se forma haciendo reaccionar los iones clorato y un agente de reducción en un medio de reacción acuoso ácido.
- 30 12.- Un procedimiento según la reivindicación 11, en el que el procedimiento funciona con peróxido de hidrógeno como agente de reducción.
- 13.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 11-12, en el que el procedimiento funciona con iones cloruro como agente de reducción.
- 14.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 11-13, en el que el procedimiento funciona con metanol como agente de reducción.
- 35 15.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1-14, en el que el adsorbente está en forma de gránulos.
- 16.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1-15, en el que el adsorbente está hecho de al menos un polímero orgánico que contiene partículas de carga eficaces para adsorber compuestos orgánicos clorados.

40

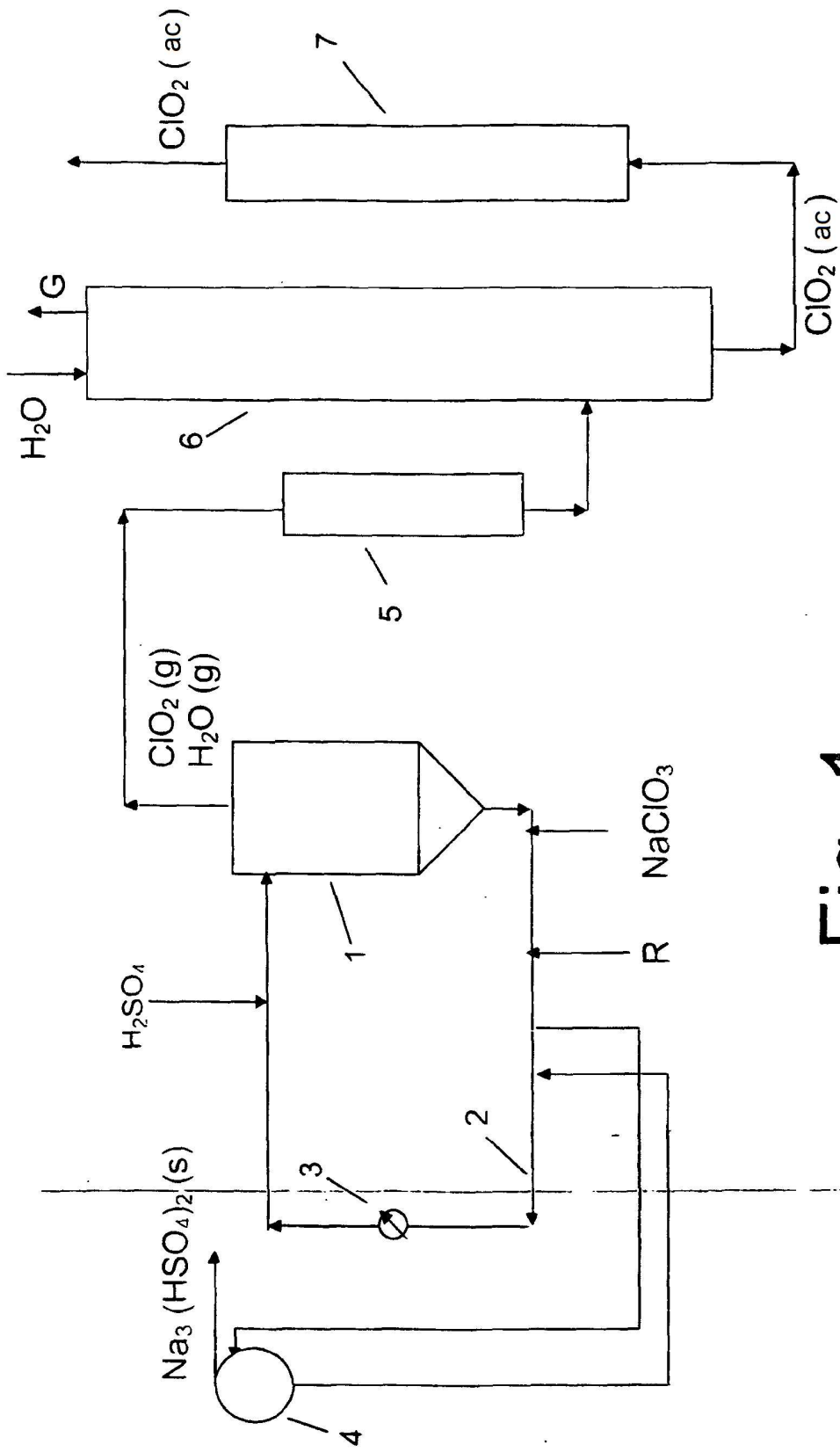


Fig. 1

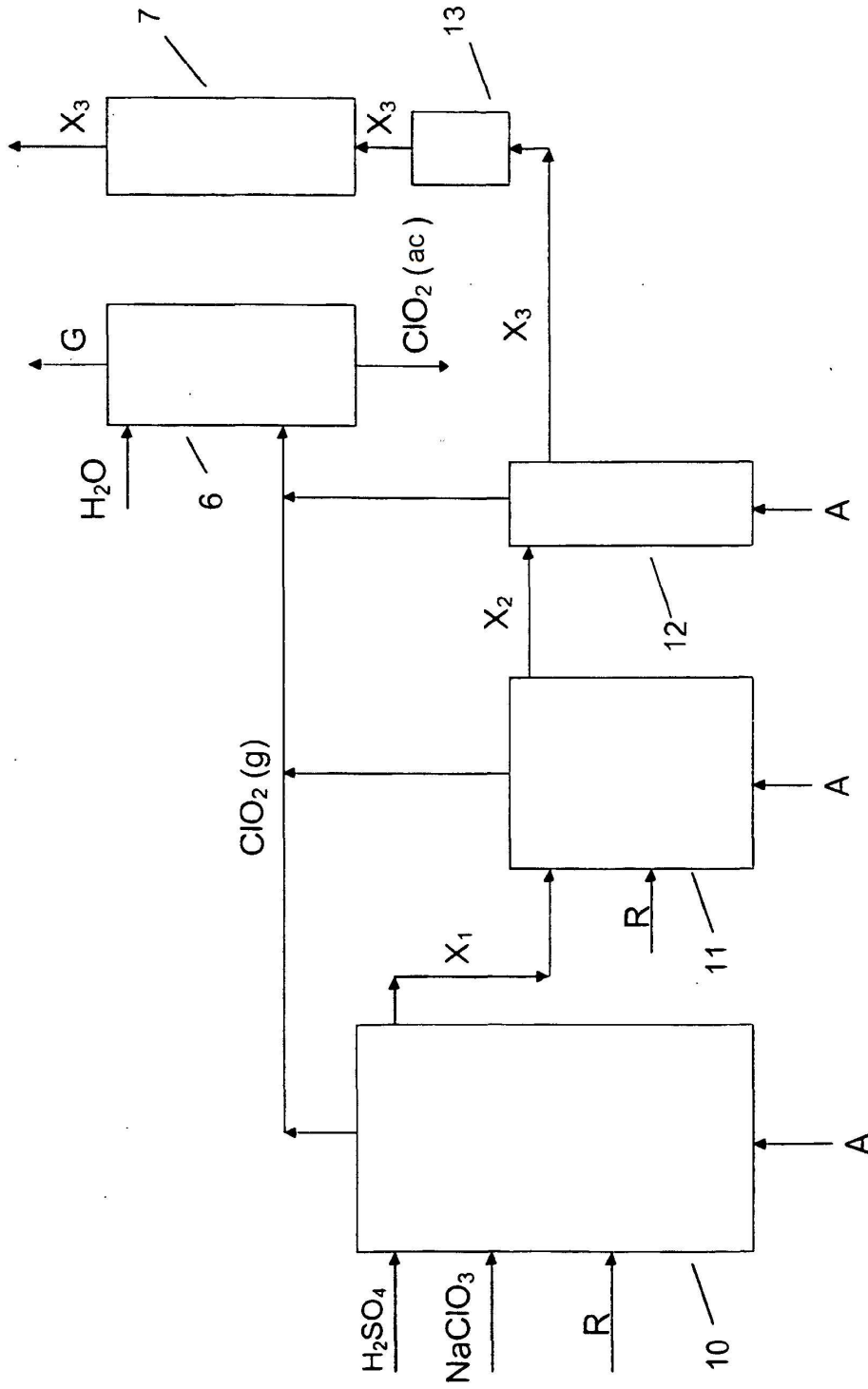


Fig. 2