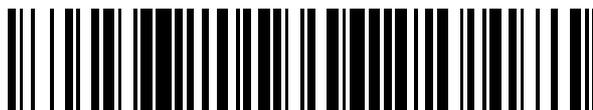


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 435**

51 Int. Cl.:

**C01B 11/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.10.2010 E 10760734 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015 EP 2488449**

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

30 Prioridad:

**12.10.2009 EP 09172745**  
**12.10.2009 US 250629 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.01.2016**

73 Titular/es:

**AKZO NOBEL CHEMICALS INTERNATIONAL B.V.**  
**(100.0%)**  
**Velperweg 76**  
**6824 BM Arnhem, NL**

72 Inventor/es:

**DAHL, ANDERS y**  
**PELIN, KALLE HANS THOMAS**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 557 435 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

### Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para producir dióxido de cloro estable en almacenamiento que tiene cantidades bajas de subproductos, que comprende hacer reaccionar en un medio de reacción ácido en un recipiente de reacción, un clorato de metal alcalino o ácido clórico y metanol para generar dióxido de cloro.

### Antecedentes de la invención

10 Hay numerosos procedimientos diferentes para la producción de dióxido de cloro. Los procedimientos a mayor escala en el uso comercial se llevan a cabo fábricas de papel, e implican la reacción continua de clorato de metal alcalino en un medio de reacción ácido con un agente reductor tal como peróxido de hidrógeno, metanol, iones cloruro o dióxido de azufre, para formar dióxido de cloro que se extrae en forma de gas del medio de reacción y después es absorbido en agua que se lleva a un depósito de almacenamiento. Se puede encontrar una visión general de dichos procedimientos en *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Chlorine Oxides and Chlorine Oxygen Acids*, DOI: 10.1002/14356007.a06\_483.pub2, Fecha de publicación del artículo digital: 15 de abril, 2010, p. 15 17-25.

En muchos procedimientos comerciales se usa el metanol como agente reductor, como se describe, p. ej., en las patentes de EE.UU. 4081520, 4465658 4473540, 4770868, 4978517 y 5770171. Sin embargo, los procedimientos basados en metanol sufren todos la presencia de diferentes impurezas en el dióxido de cloro, tal como subproductos como el ácido fórmico, así como metanol sin reaccionar, que se ha encontrado que afectan a la estabilidad del dióxido de cloro.

En el documento US 4978517 se sugiere que en un procedimiento subatmosférico, las pérdidas en forma de subproductos se pueden reducir recirculando el condensado que comprende ácido fórmico desde la corriente de producto de dióxido de cloro al reactor, lo cual, sin embargo se ha encontrado que aumenta la carga de evaporación y por lo tanto también el consumo de energía.

25 El documento US 2004/0228790 describe un procedimiento para la producción de dióxido de cloro en el que una fracción de dióxido de cloro gaseoso del generador se extrae después de enfriar y se usa para producir clorito, mientras que el resto del dióxido de cloro gaseoso se lleva junto con el condensado desde el enfriamiento a un absorbedor para formar una solución acuosa del producto final dióxido de cloro.

30 Sería ventajoso proporcionar un procedimiento basado en metanol para producir dióxido de cloro que contuviera cantidades reducidas de subproductos tales como ácido fórmico y metanol sin reaccionar, cuyo procedimiento sea útil para producir soluciones de dióxido de cloro que tienen una mayor estabilidad en el almacenamiento. Debido a la inestabilidad termodinámica inherente y alta reactividad del dióxido de cloro, el almacenamiento de una solución del mismo está sometido al riesgo de pérdida de algo del dióxido de cloro, debido a reacciones químicas.

### Resumen de la invención

35 Un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento eficaz para producir dióxido de cloro con metanol como agente reductor, en el que el dióxido de cloro obtenido tiene una alta estabilidad en el almacenamiento y tiene concentraciones bajas de subproductos. Estos y otros objetos se alcanzarán por la provisión de la presente invención.

40 La invención se refiere a un procedimiento para producir dióxido de cloro que comprende hacer reaccionar un medio de reacción acuoso en un recipiente de reacción, un clorato de metal alcalino o ácido clórico y metanol para generar dióxido de cloro, extraer del recipiente de reacción un gas que comprende dióxido de cloro y subproductos gaseosos, condensar parte del gas extraído para obtener un condensado, y separar el condensado del gas no condensado que contiene dióxido de cloro sin recircularlo otra vez al procedimiento para la producción de dióxido de cloro.

45 Se ha encontrado que separando el condensado y previniendo que se incorpore con el producto dióxido de cloro principal, es decir, el dióxido de cloro en la parte del gas no condensado, se puede minimizar la pérdida de dióxido de cloro por reacciones químicas, mejorando así el rendimiento químico para los procedimientos basados en metanol. Además se ha encontrado, que el condensado separado se puede usar como un biocida, o se puede usar como un biocida, o se puede usar en una aplicación de blanqueo.

50 Estos y otros aspectos y ventajas serán evidentes en relación con la siguiente descripción.

### Descripción detallada de la invención

El dióxido de cloro se puede generar, por ejemplo, como se describe en las patentes de EE.UU. mencionadas antes nº 4081520, 4465658, 4473540, 4770868 y 5770171.

El dióxido de cloro se genera preferiblemente por reducción de iones clorato mediante un metanol. Los iones clorato pueden proceder de clorato de metal alcalino, ácido clórico o una mezcla de los mismos. Se puede usar cualquier clorato de metal alcalino, tal como clorato de sodio, potasio o mezclas de los mismos. Normalmente se prefiere el clorato de sodio. Normalmente el clorato de metal alcalino está presente en el medio de reacción y su concentración puede variar dentro de límites amplios, por ejemplo de aproximadamente 0,15 moles/dm<sup>3</sup> hasta saturación, preferiblemente de aproximadamente 1,5 moles/dm<sup>3</sup> hasta saturación, o de aproximadamente 2,5 moles/dm<sup>3</sup> hasta saturación.

El medio de reacción acuoso en el recipiente de reacción preferiblemente es ácido, por ejemplo, tiene una acidez de aproximadamente 2 a aproximadamente 11 N, preferiblemente de aproximadamente 1 a aproximadamente 10 N, o de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 7 N. La acidez se puede proporcionar por alimentación de cualquier ácido adecuado, preferiblemente un ácido mineral. Los ejemplos de ácidos incluyen ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido fosfórico y ácido clórico, de los cuales el ácido sulfúrico es particularmente preferido. Preferiblemente, el medio de reacción se mantiene a una temperatura de aproximadamente 15 a aproximadamente 100°C, lo más preferiblemente de aproximadamente 30 a aproximadamente 85°C. El procedimiento se puede llevar a cabo a presión subatmosférica, sustancialmente presión atmosférica o presión superatmosférica.

En una realización, el medio de reacción preferiblemente se mantiene en condiciones de no ebullición y preferiblemente a una presión de aproximadamente -5 kPa a aproximadamente 200 kPa con respecto a la presión atmosférica. Después preferiblemente se inyecta corriente de gas inerte tal como aire a través del medio de reacción para diluir a dióxido de cloro.

En una realización adicional, el medio de reacción preferiblemente se mantiene a una temperatura y presión que corresponden a su punto de ebullición y preferiblemente a presión subatmosférica. La presión y la temperatura después se ajustan para evaporar agua para diluir el dióxido de cloro formado y extraerlo del medio de reacción. Además, la presión absoluta preferiblemente se mantiene de aproximadamente 8 a aproximadamente 80 kPa, más preferiblemente de aproximadamente 8 a aproximadamente 55 kPa, o de aproximadamente 10 a aproximadamente 50 kPa.

En un procedimiento realizado a presión subatmosférica, la evaporación de agua del medio de reacción normalmente consume más energía que la generada en el procedimiento, la cual se equilibra suministrando calor al medio de reacción mediante circulación a través de un calentador en un conducto de circulación. Se puede usar cualquier tipo de calentador, tal como intercambiadores de calor calentados por vapor de agua cualquier otro medio fluido caliente.

Si se usa ácido sulfúrico, preferiblemente se alimenta a una concentración de aproximadamente 30 a aproximadamente 98% en peso, lo más preferiblemente de aproximadamente 60 a aproximadamente 85% en peso. El ácido sulfúrico de concentración baja es más fácil de mezclar con el medio de reacción, pero una concentración alta da la ventaja del uso del calor de dilución y sin la necesidad de evaporar el exceso de agua. La cantidad alimentada preferiblemente se equilibra con la cantidad clorato alimentada con el fin de llegar a una concentración en estado de equilibrio en el generador adecuada para el agente reductor elegido.

El metanol preferiblemente se alimenta en una cantidad de aproximadamente 0,2 a aproximadamente 1 mol por mol de clorato de metal alcalino alimentado, lo más preferiblemente de aproximadamente 0,2 a aproximadamente 0,8 moles por mol de clorato de metal alcalino alimentado, particularmente lo más preferiblemente de aproximadamente 0,2 a aproximadamente 0,4 moles por mol de clorato de metal alcalino alimentado.

Se prefiere llevar a cabo el procedimiento en condiciones para obtener la precipitación de sulfato de metal alcalino sólido en el medio de reacción a presión subatmosférica. Dependiendo de la acidez del medio de reacción, se puede formar sulfato sustancialmente neutro o sesquisulfato ácido. Si se desea, el sulfato de metal alcalino ácido sólido se puede neutralizar parcial o totalmente como se describe por ejemplo, en los documentos US 5674466 o US 6585950. Sin embargo, también se puede llevar a cabo el procedimiento en condiciones en las que no se produzca la formación de sulfato de metal alcalino sólido.

Al menos algo del sulfato de metal alcalino formado normalmente se extrae, preferiblemente en forma de una torta de sal sólida que se puede separar, por ejemplo, mediante un filtro convencional, y en muchos casos se puede usar como un subproducto. Sin embargo, también se puede acidificar electroquímicamente algo del sulfato de metal alcalino y reciclarlo al medio de reacción para sustituir algo de la alimentación de ácido sulfúrico. Dicha acidificación electroquímica se describe, p. ej., en las patentes de EE.UU. nº 4129484, 5478446, 5487881, 5858322 y 6322690.

Los subproductos gaseosos en el gas extraído del recipiente de reacción, normalmente comprenden ácido fórmico. La extracción de gas normalmente comprende además agua evaporada, metanol sin reaccionar y opcionalmente otros subproductos tales como dióxido de carbono. La concentración de dióxido de cloro en el gas extraído preferiblemente se mantiene a una presión parcial de aproximadamente 1 a aproximadamente 30 kPa o de aproximadamente 2 a aproximadamente 5 kPa. La presión total también se completa con la cantidad de vapor de agua y gases solubles e insolubles.

El gas extraído del recipiente de reacción se lleva a un condensador para formar un condensado que normalmente

comprende ácido fórmico, metanol y agua y en la mayoría de los casos también algo de dióxido de cloro. El condensado se separa del gas no condensado, en el que está presente la mayor parte del dióxido de cloro, sin recircular directa o indirectamente el condensado o un concentrado del mismo de vuelta al procedimiento para producir dióxido de cloro. Por lo tanto, el condensado no se recircula directa o indirectamente de vuelta al recipiente de reacción, como hubiera sido el caso si se llevara a un disolvedor para el clorato de metal alcalino, un depósito de almacenamiento para metanol o cualquier otro producto químico alimentado, o a un conducto de circulación para el calentamiento del medio de reacción. Se ha encontrado que separando el condensado sin recirculación y previniendo que sea incorporado con el producto de dióxido de cloro final, se puede obtener dióxido de cloro con menores cantidades de subproductos, y por lo tanto mayor estabilidad, sin aumentar la carga de evaporación en el recipiente de reacción.

La condensación se lleva a cabo preferiblemente a una temperatura de aproximadamente 2 a aproximadamente 50°C, o de aproximadamente 15 a aproximadamente 35°C. Una disminución de la temperatura conducirá a que se forme más condensado, y por lo tanto, a una separación más eficaz de los subproductos. La condensación se puede llevar a cabo, por ejemplo, a una presión absoluta de aproximadamente 12 a aproximadamente 53 kPa.

Hay varias opciones para usar el condensado separado, tal como está o después de separar el dióxido de cloro del mismo. Por lo tanto, una parte o todo se puede usar en un procedimiento de blanqueo o como un biocida, en cuyos casos el ácido fórmico tiene un efecto beneficioso. En un procedimiento de blanqueo de pasta papelera, el condensado se puede usar, por ejemplo, en una etapa de dióxido de cloro o en una etapa de peróxido, esta última opcionalmente después de separar el dióxido de cloro del condensado. En casos en los que el uso directo de algo o todo el condensado no es adecuado, el dióxido de cloro se puede destruir o separar y recuperar. La parte restante se puede usar como una fuente de ácido fórmico o llevar a una instalación de tratamiento de aguas residuales convencional.

Si se desea, se puede separar el dióxido de cloro del condensado, por ejemplo, por separación con un gas inerte, tal como aire, y después se puede mezclar con el producto de dióxido de cloro principal. La separación se puede facilitar por aumento del pH del condensado, por ejemplo de aproximadamente 6,5 a aproximadamente 7,8. El ajuste del pH se puede hacer por cualquier fuente alcalina tal como hidróxido de metal alcalino. El ácido fórmico o solución de formiato resultante después se puede usar como una alimentación química, por ejemplo en un sistema de biotratamiento como una fuente de carbono. El condensado también se puede concentrar por separación por membrana o destilación azeotrópica.

Después de separar el condensado, el gas no condensado preferiblemente tiene un contenido de ácido fórmico menor que aproximadamente 8% en peso, o menor que aproximadamente 4% en peso, basado en la cantidad de dióxido de cloro. Como medida de seguridad, el condensado se puede enfriar y/o diluir.

Después de separación del condensado, el gas no condensado que contiene dióxido de cloro se puede llevar a una torre de absorción donde se puede poner en contacto con un flujo de agua para formar una solución acuosa que contiene dióxido de cloro, que en la mayoría de los casos es el producto de dióxido de cloro final. Por la expresión "torre de absorción" 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 líquido para absorber compuestos solubles en agua del mismo. El gas y el líquido preferiblemente fluyen en contracorriente. Dentro de la torre de absorción preferiblemente hay colocados 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. Se pueden usar cualesquiera elementos de empaquetamiento y placas convencionales, tales como anillos de Raschig, monturas Berl, monturas Intalox, placas perforadas y placas de borboteo. Al separar el condensado de acuerdo con la invención, se previene que sea incorporado con la solución acuosa que contiene dióxido de cloro.

La concentración de dióxido de cloro en la solución acuosa obtenida de la torre de absorción preferiblemente es de aproximadamente 2 a aproximadamente 18 g/dm<sup>3</sup> o de aproximadamente 8 a aproximadamente 12 g/dm<sup>3</sup>. La temperatura del mismo es preferiblemente de aproximadamente 0 a aproximadamente 35°C o de aproximadamente 5 a aproximadamente 25°C. El pH del mismo puede variar dentro de un intervalo amplio, por ejemplo de aproximadamente 1 a aproximadamente 3, o de aproximadamente 1,6 a aproximadamente 2,6.

La solución acuosa que contiene dióxido de cloro se puede llevar a un depósito de almacenamiento, en donde la estabilidad del almacenamiento aumentará cuanto menos ácido fórmico esté presente para reaccionar con el dióxido de cloro.

Se ha encontrado que separando el condensado antes de la absorción, se reduce la demanda de enfriamiento del agua usada en la torre de absorción.

Ahora se describirá una realización de la invención en relación con la figura adjunta que muestra un diagrama de flujo esquemático de la misma. Sin embargo, la invención no está limitada a la realización mostrada.

Se ilustra además una realización de la invención en la figura 1 adjunta.

En relación con la figura 1, se muestra esquemáticamente un procedimiento para producir dióxido de cloro en

condiciones de cristalización. Un recipiente de reacción 1 contiene un medio de reacción a presión subatmosférica, normalmente de aproximadamente 8 a aproximadamente 80 kPa absolutos. El medio de reacción circula a través de un conducto de circulación 2 y un calentador 3 (normalmente llamado "evaporador") y de vuelta al recipiente de reacción 1 a una velocidad suficiente para mantener la temperatura del medio de reacción en el punto de ebullición, normalmente de aproximadamente 15 a aproximadamente 100°C. Las corrientes de alimentación de clorato sódico, ácido sulfúrico y metanol como agente reductor R, son alimentadas en diferentes puntos de los conductos de circulación, pero, si es adecuado, también pueden ser alimentadas directamente al recipiente de reacción. La concentración de clorato mantenida en el medio de reacción puede variar dentro de límites amplios, por ejemplo, de aproximadamente 0,25 moles/litro hasta saturación. La acidez del medio de reacción preferiblemente se mantiene de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 12 N. En el medio de reacción, el clorato sódico, metanol y ácido sulfúrico reaccionan para formar dióxido de cloro, sulfato sódico, ácido fórmico, dióxido de carbono, y opcionalmente otros subproductos. El dióxido de cloro, ácido fórmico, metanol sin reaccionar y otros productos gaseosos se extraen como un gas junto con el agua evaporada. El sulfato sódico precipita normalmente como una sal ácida y se extrae como una torta de sal, normalmente  $\text{Na}_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$  (s), por circulación del medio de reacción a través de un filtro 4. El gas extraído del recipiente de reacción 1 se lleva a un condensador 5 en el que las condiciones se controlan para que el agua condense y partes significativas del ácido fórmico y el metanol se disuelvan en la misma, normalmente junto con una pequeña parte del dióxido de cloro, tal como aproximadamente 0,8% de la cantidad total de dióxido de cloro o menos. La cantidad de dióxido de cloro en el condensado se puede reducir más por inyección de corriente de aire en 7 y de esta forma desorber el dióxido de cloro. Después el condensado se separa como un flujo 6, y por ejemplo, se lleva a una instalación de blanqueo. El gas no condensado 8 que contiene la mayor parte del dióxido de cloro se lleva a una torre de absorción 9 para la absorción del dióxido de cloro en agua enfriada para formar dióxido de cloro en agua  $\text{ClO}_2$  (ac.), mientras que los componentes gaseosos no disueltos se extraen como gas G. El condensador se puede mantener, por ejemplo, a una temperatura de aproximadamente 2 a aproximadamente 40°C o de aproximadamente 12 a aproximadamente 25°C, y una presión absoluta de aproximadamente 12 a aproximadamente 53 kPa o de aproximadamente 15 a aproximadamente 30 kPa.

Habiéndose así descrito la invención, será obvio que la misma se puede variar de muchas formas. No debe considerarse que dichas variaciones sean una salida de la esencia y el alcance de la presente invención, y todas dichas modificaciones, como será obvio para el experto en la técnica, se pretende que están incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones. Aunque los siguientes ejemplos proporcionan detalles más específicos de las reacciones, se pueden describir aquí los principios generales. Los siguientes ejemplos ilustrarán la invención descrita sin limitar el alcance de la misma.

### Ejemplo

Se hicieron pruebas en una instalación instalada como en la figura 1, que trabajaba en condiciones estables con un ajuste de 25 toneladas de  $\text{ClO}_2$  por día. La temperatura era 10°C en la entrada mecánica de agua al absorbedor y 12°C en el producto de salida. Las concentraciones del generador al inicio de las pruebas eran  $\text{NaClO}_3$  344 g/dm<sup>3</sup>,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  313 g/dm<sup>3</sup>, 10% en peso de cristales y 48% de nivel del generador. Al final de las pruebas las concentraciones del generador eran  $\text{NaClO}_3$  296 g/dm<sup>3</sup>,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  315 g/dm<sup>3</sup>, 10% en peso de cristales y 48% de nivel del generador.

Se llevaron a cabo tres pruebas de estabilidad diferentes en la muestra de dióxido de cloro en agua tomada después del absorbedor.

La prueba 1 se llevó a cabo en el dióxido de cloro en agua obtenido cuando se trabajaba de un modo convencional y con la temperatura en el condensador ajustada a 38°C. Por lo tanto, el condensado no se separó si no que se llevó al absorbedor y por lo tanto se incorporó con el dióxido de cloro en agua.

La prueba 2 se llevó a cabo en el dióxido de cloro obtenido cuando se trabajaba como en la prueba 1 con la excepción de que se separó el condensado y no se llevó al absorbedor.

La prueba 3 se llevó a cabo en el dióxido de cloro obtenido cuando se trabajaba como en la prueba 2 con la excepción de que la temperatura del condensador era 25°C.

Para cada ensayo, se tomó una muestra grande, aproximadamente 5 dm<sup>3</sup> en un depósito "plegable" de 10 dm<sup>3</sup> con una válvula. A partir de la muestra grande, se llenaron aproximadamente 40 botellas de vidrio marrón pequeñas de 30 ml hasta 100% tan rápido como fuera posible. Las botellas pequeñas de muestra se habían mantenido frías antes de la prueba con el fin de evitar la desgasificación durante el llenado. Las botellas de muestra llenas se almacenaron durante 8 horas en un refrigerador para mantener una temperatura relativamente constante (8-11°C) y las muestras se analizaron varias veces. La concentración de dióxido de cloro en una media de 5 a 8 botellas por cada tiempo de medición de muestra, a las 0 y 8 horas, se muestra en la tabla 1.

55

Tabla 1

	Conc. de ClO <sub>2</sub> 0 h (g/l)	Conc. de ClO <sub>2</sub> 8 h (g/l)	Pérdida relativa de ClO <sub>2</sub>
Prueba 1 (comparativa)	8,44	8,18	3,09%
Prueba 2 (invención)	9,73	9,51	2,26%
Prueba 3 (invención)	8,83	8,79	0,45%

Parece que la estabilidad del dióxido de cloro mejora por separación del condensado y mejora más por disminución de la temperatura en el condensador.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un procedimiento para producir dióxido de cloro que comprende:
- hacer reaccionar en un medio de reacción acuoso en un recipiente de reacción un clorato de metal alcalino o ácido clórico y metanol para generar dióxido de cloro,
- 5
- extraer del recipiente de reacción un gas que comprende dióxido de cloro y subproductos gaseosos,
  - condensar parte del gas extraído para obtener un condensado; y
  - separar dicho condensado del gas no condensado que contiene dióxido de cloro sin recircularlo de vuelta al procedimiento para la producción de dióxido de cloro.
- 10
- 2.- Un procedimiento según la reivindicación 1, en donde dicho medio de reacción se mantiene a una temperatura de aproximadamente 15°C a aproximadamente 100°C.
- 3.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde dicho medio de reacción se mantiene a una acidez de aproximadamente 2 a aproximadamente 11 N.
- 4.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el medio de reacción se mantiene a una temperatura y presión que corresponden a su punto de ebullición.
- 15
- 5.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el medio de reacción se mantiene a una presión de aproximadamente 8 a aproximadamente 80 kPa.
- 6.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que además comprende precipitar sulfato de metal alcalino sólido en el medio de reacción.
- 20
- 7.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dichos subproductos gaseosos extraídos del recipiente de reacción comprenden ácido fórmico.
- 8.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde parte del gas extraído del recipiente de reacción se condensa a una temperatura de aproximadamente 2 a aproximadamente 50°C.
- 9.- Un procedimiento según la reivindicación 8, en donde parte del gas extraído del recipiente de reacción se condensa a una temperatura de aproximadamente 15 a aproximadamente 35°C.
- 25
- 10.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde una parte o todo el condensado separado se usa en un procedimiento de blanqueo.
- 11.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde una parte o todo el condensado separado se usa como un biocida.
- 30
- 12.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que además comprende llevar dicho gas no condensado, después de separar el condensado, a una torre de absorción, donde se pone en contacto con un flujo de agua para formar una solución acuosa que contiene dióxido de cloro.
- 13.- Un procedimiento según la reivindicación 12, que además comprende llevar dicha solución acuosa que contiene dióxido de cloro a un depósito de almacenamiento.
- 35
- 14.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que además comprende concentrar el condensado por separación por membrana o destilación azeotrópica.
- 15.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que además comprende separar el dióxido de cloro del condensado y usar un ácido fórmico o solución de formiato resultante como una alimentación química en un sistema de biotratamiento.

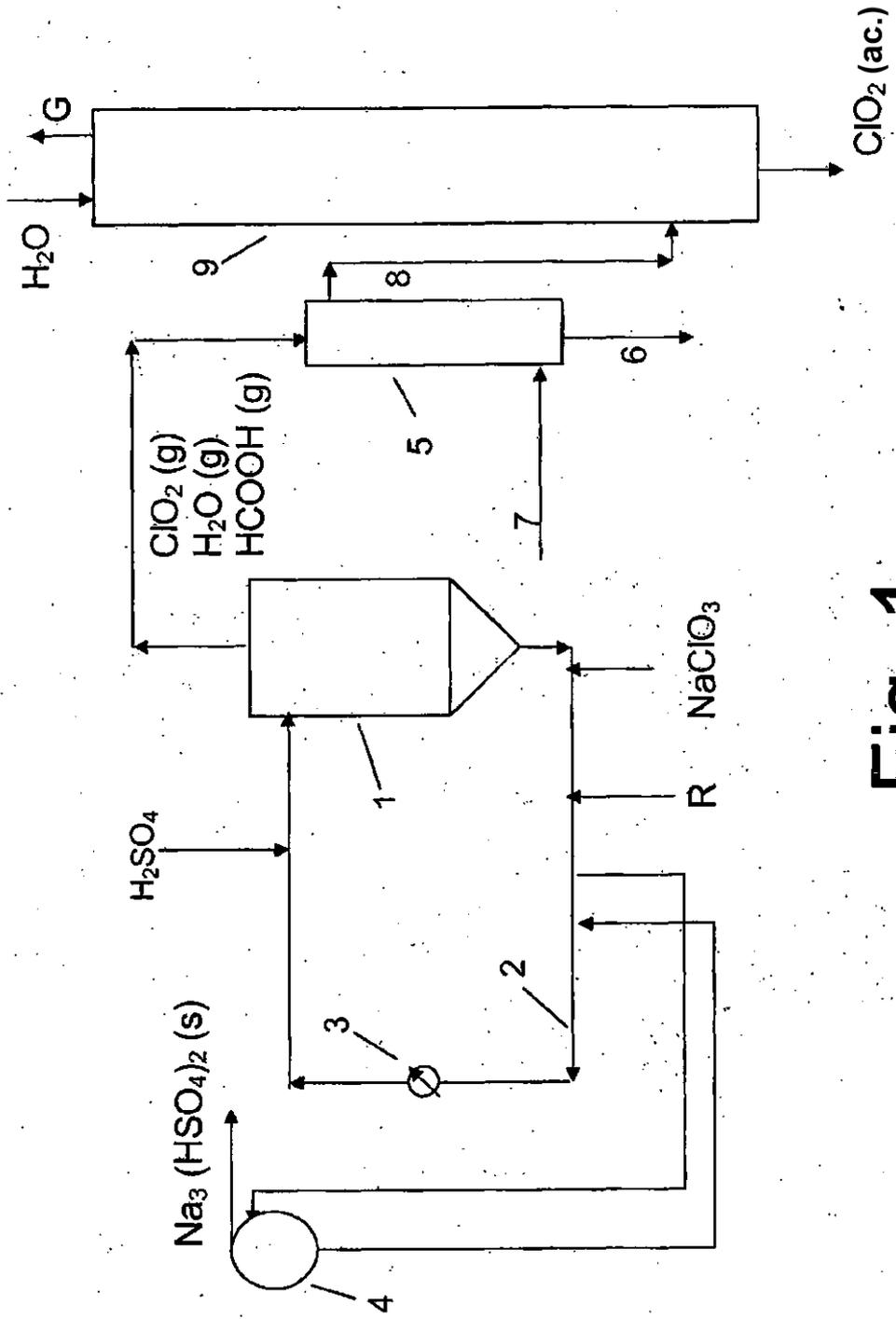


Fig. 1