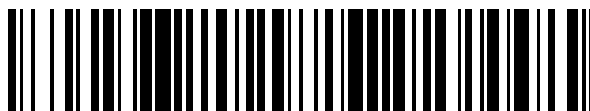


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 055**

51 Int. Cl.:

C02F 9/00 (2006.01)
C02F 101/12 (2006.01)
C01B 33/107 (2006.01)
C02F 1/04 (2006.01)
C02F 1/66 (2006.01)
B01D 1/00 (2006.01)
C02F 1/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2014 PCT/EP2014/055471**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **16.10.2014 WO14166710**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2014 E 14710904 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2017 EP 2983803**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para el tratamiento de líquidos que contienen clorosilanos**

30 Prioridad:

09.04.2013 DE 102013206228

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

05.07.2017

73 Titular/es:

**WACKER CHEMIE AG (100.0%)
Hanns-Seidel-Platz 4
81737 München, DE**

72 Inventor/es:

**LIEBISCHER, SEBASTIAN;
BRÄUNLING, DANIEL;
GAESS, DANIEL y
THOMPSON, JEFFERY**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 622 055 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

Dispositivo y procedimiento para el tratamiento de líquidos que contienen clorosilanos

5 La invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento para el tratamiento de líquidos que contienen clorosilanos.

En el estado de la técnica se conocen ya algunos de tales procedimientos y dispositivos, en particular sistemas de lavador.

10 El documento US 6030591 A da a conocer un procedimiento para retirar y recuperar hidrocarburos halogenados a partir de corrientes de descarga de proceso.

15 Los hidrocarburos halogenados se componen de hidrofluorocarburos completamente fluorados, hidrocarburos parcialmente fluorados e hidroclofluorocarburos así como hexafluoruro de azufre y trifluoruro de nitrógeno. La retirada de otros componentes gaseosos de corrientes gaseosas de compuestos fluorados tiene lugar mediante oxidación entrando en contacto con un material seco (medio de adsorción) o un medio de lavado.

20 En una forma de realización se describe el uso de medio de lavado alcalino ($\text{pH} > 9$) para el lavado eficaz de gases ácidos. Además, este lavador cáustico funciona por encima de la presión atmosférica.

25 El documento US 4519999 A da a conocer un tratamiento de aguas residuales en la producción de silicio. Se prevé un procedimiento de combustión con lavado de un líquido/de un gas en una zona de hidrólisis-neutralización mediante el contacto con agua y un metal alcalino contenido en la misma. El lavador sirve principalmente para la recuperación del ácido clorhídrico formado mediante la combustión de corrientes residuales a diferentes temperaturas.

30 El documento US 5246682 A y el documento EP 0 527 309 A1 dan a conocer un procedimiento para la regeneración sin aguas residuales de residuos de una destilación de clorosilanos con ácido clorhídrico. El procedimiento se realiza con ácido clorhídrico liberándose cloruro de hidrógeno. Una parte de la mezcla de reacción se coagula y se retira mediante secado y templado ($\sim 140^\circ\text{C}$).

El documento DE 37 09 630 A1 da a conocer un procedimiento para purificar clorosilanos.

35 El documento GB 994 076 A da a conocer un procedimiento para purificar clorosilanos. El documento CN 202 226 742 U da a conocer un dispositivo para el tratamiento de residuos que contienen clorosilanos.

40 El documento US 5660615 A da a conocer un procedimiento de lavado de gases de escape, que comprende dos etapas. En primer lugar se realiza una etapa de lavado en un intervalo de temperatura de $30\text{-}150^\circ\text{C}$. En una segunda etapa se pone en contacto el gas de escape con una solución salina acuosa que se hace circular con un $\text{pH} < 5$.

45 El documento US 20040213721 A1 da a conocer un dispositivo y un procedimiento para el tratamiento de corrientes de gases de escape en el sitio de uso. El procedimiento de lavado se basa en un medio de lavado acuoso, que contiene un agente reductor (tiosulfato de sodio, hidróxido de amonio, yoduro de potasio), y que consiste en al menos dos etapas. En el sistema de lavado pueden usarse lechos intercambiables retirables de varios materiales de relleno.

50 El documento US 7611684 B2 y el documento US 5757660 A así como el documento US 5246594 A dan a conocer sistemas y procedimientos de control de lavador. Se basan en métodos de medición para regular y monitorizar el valor de pH y la concentración del medio de lavado. Esto tiene lugar por medio de un sensor de pH , mediciones de conductividad o mediciones de potencial redox.

55 El documento US 7204963 B2 también da a conocer un procedimiento que consiste en dos etapas para la separación de clorosilanos a partir de corrientes gaseosas. La corriente de gas de escape se trata en una primera etapa en fase gaseosa con vapor de agua y después en una segunda etapa con una fase líquida, acuosa.

El documento US 20110150739 A1 da a conocer un procedimiento para retirar impurezas que contienen boro a partir de halogenosilanos y un dispositivo para la realización del procedimiento.

60 El documento US 4408030 A da a conocer un tratamiento de clorosilanos residuales con un medio acuoso. El medio de lavado contiene ácido clorhídrico concentrado.

El documento JP 2157020 A da a conocer un procedimiento para el tratamiento de gas que contiene diclorosilano con óxidos o hidróxidos de metales alcalinotérreos con $\text{pH} 6\text{-}8,5$.

65

El estado de la técnica no da a conocer ningún procedimiento, en el que puedan retirarse clorosilanos en una única etapa y en condiciones ambientales, sin tener que recurrir a materiales de relleno. En el estado de la técnica también se producen a menudo corrientes residuales, que contienen partículas.

5 De esta problemática surgió el planteamiento de la invención.

10 El objetivo de la invención se alcanza mediante un procedimiento para el tratamiento de un líquido que contiene al menos un clorosilano, que comprende evaporar el líquido, tratar el líquido evaporado poniéndolo en contacto con un medio alcalino en una cámara de lavado, de modo que se obtiene como resultado un líquido de lavado con pH 9-13, y tratar posteriormente el líquido de lavado extraído de la cámara de lavado en una instalación de tratamiento de aguas residuales, añadiéndose un ácido, para ajustar un pH de 6-9 y separando los sólidos del líquido de lavado por medio de una centrífuga.

15 El líquido puede ser una mezcla de clorosilanos, metilclorosilanos y compuestos de halogenuro que contienen boro.

El tratamiento del líquido puede tener lugar junto con otros líquidos o vapores, incluyendo vapor de HCl y de H₂.

Preferiblemente, la corriente evaporada que contiene clorosilanos comprende H₂.

20 Preferiblemente, la corriente evaporada que contiene clorosilanos comprende HCl.

Preferiblemente, tras la evaporación se añaden aquellos gases de escape en forma de gas.

25 Preferiblemente, en el caso del medio alcalino se trata de una disolución acuosa de álcali o base alcalina.

Se prefiere especialmente el uso de una disolución acuosa de hidróxido de sodio (NaOH).

En el caso del agua usada puede tratarse de agua superficial, agua desionizada o desmineralizada.

30 Preferiblemente, el agua procede de una reserva de agua cercana.

Preferiblemente, un líquido de lavado se mantiene a un valor de pH entre pH = 9 - 13.

35 De manera especialmente preferible, el líquido de lavado se mantiene a un valor de pH entre pH = 10 - 12.

Preferiblemente, la corriente se regula en una cámara de lavado.

Preferiblemente, el valor de pH se regula en el líquido de lavado.

40 Preferiblemente, al depósito de líquido de lavado se le añade medio alcalino, para mantener el valor de pH en el lavador en el intervalo deseado.

45 El procedimiento prevé una retirada parcial de un líquido de lavado a la instalación de tratamiento de aguas residuales.

Preferiblemente está previsto un primer tanque de mezclado, pudiendo medirse el valor de pH, para determinar cuánto ácido de neutralización es necesario para el primer tanque de mezclado, y pudiendo transmitirse a una bomba, que libera un ácido de neutralización.

50 El ácido de neutralización se vierte al primer tanque de mezclado y entonces se libera.

En el caso del ácido de neutralización se trata preferiblemente de un ácido mineral, de manera especialmente preferible de ácido clorhídrico (HCl).

55 Preferiblemente, al tanque de mezclado se le añade un agente floculante.

Preferiblemente, el valor de pH final en el primer tanque de mezclado asciende tras la liberación de ácido a 6-9, de manera especialmente preferible a 6-8, de manera muy especialmente preferible a 7-8.

60 Preferiblemente, el valor de pH se mide y se transmite, para determinar cuánto ácido de neutralización es necesario para el segundo tanque de mezclado.

El ácido de neutralización se vierte al segundo tanque de mezclado y se libera.

65 En el caso del ácido de neutralización se trata preferiblemente de un ácido mineral, de manera especialmente preferible de ácido clorhídrico (HCl).

ES 2 622 055 T3

- Preferiblemente, al tanque de mezclado se le añade un agente floculante.
- 5 Preferiblemente, se lleva a cabo una medición del valor de pH en el segundo tanque de mezclado.
- Preferiblemente, el valor de pH final en el segundo tanque de mezclado tras la liberación de ácido asciende a 6-9, de manera especialmente preferible a 6-8, de manera muy especialmente preferible a 7-8.
- 10 En el caso del dispositivo de separación se trata preferiblemente de una centrífuga.
- Preferiblemente, el contenido de material en forma de partículas, que puede retirarse, comprende una proporción en volumen del 0 - 1,5% de la alimentación del segundo tanque de mezclado.
- 15 Preferiblemente, esto comprende una retirada del agua en exceso del material en forma de partículas, un llenado de la filtro prensa, una separación por filtración de los sólidos, un aplastamiento de los sólidos y una retirada de la torta de filtrado.
- Preferiblemente, detrás de la centrífuga está previsto un dispositivo de medición de pH, que transmite datos a un distribuidor.
- 20 Preferiblemente, el sistema en el distribuidor abre o cierra válvulas, para recircular agua que ya no cumple con la especificación a un segundo tanque de mezclado.
- 25 El dispositivo para la realización del procedimiento comprende al menos una unidad de evaporación para evaporar una corriente líquida que contiene clorosilanos, al menos una cámara de lavado para poner en contacto el líquido evaporado con un medio alcalino, al menos una instalación de tratamiento de aguas residuales; comprendiendo la cámara de lavado al menos una entrada para suministrar líquido evaporado desde la unidad de evaporación a la cámara de lavado, al menos una boquilla, con la que puede pulverizarse medio alcalino de manera continua al interior de la cámara de lavado, y una salida, para suministrar gas lavado a la instalación de tratamiento de aguas residuales, y comprendiendo la instalación de tratamiento de aguas residuales una instalación de suministro para líquido de lavado desde la cámara de lavado y una centrífuga para separar sólidos del líquido de lavado.
- 30 Preferiblemente, el dispositivo comprende un recipiente con una reserva de agua.
- 35 Preferiblemente, la cámara de lavado comprende al menos una entrada para la adición de agua adicional (agua de aporte).
- Preferiblemente, el dispositivo comprende un bucle de recirculación para la reutilización de líquido de lavado.
- 40 Preferiblemente, el dispositivo comprende un recipiente para almacenar el líquido retirado del lavador.
- Preferiblemente, el dispositivo comprende un primer tanque de mezclado para la adición de un ácido de neutralización.
- 45 Preferiblemente, el dispositivo comprende un segundo tanque de mezclado para la adición de un ácido de neutralización.
- Preferiblemente, el dispositivo comprende un dispositivo de separación para alojar el contenido de un segundo tanque de mezclado.
- 50 Preferiblemente, la instalación de tratamiento de aguas residuales comprende una centrífuga, que es adecuada para retirar varios materiales en forma de partículas de la alimentación del segundo tanque de mezclado.
- 55 Preferiblemente está previsto un dispositivo adicional para alojar el material en forma de partículas retirado de la centrífuga. Preferiblemente en el caso de este dispositivo se trata de un filtro prensa. De manera especialmente preferible, el filtro prensa comprende varios filtros de membrana.
- 60 Se ha mostrado que mediante la invención se hace posible impedir el transporte de material en forma de partículas desde el lavador y evitar emisiones. Para ello es decisiva la regulación del valor de pH en el lavador a aproximadamente pH 11.
- En el tratamiento de aguas residuales está previsto hacer precipitar silicatos y retirarlos en un procedimiento de centrifugación y de filtro prensa.
- 65 Preferiblemente, la presente invención se refiere al tratamiento de compuestos líquidos de bajo punto de ebullición que contienen principalmente clorosilanos.

Estos compuestos de clorosilano de bajo punto de ebullición consisten principalmente en uno o varios compuestos con puntos de ebullición, que son menores o iguales al punto de ebullición del monometildiclorosilano ($\text{CH}_3\text{Cl}_2\text{Si}$), $T_b = 41,5^\circ\text{C}$.

5 Por regla general, el punto de ebullición para compuestos en esta corriente debe comprender puntos de ebullición entre el diclorosilano ($\text{H}_2\text{Cl}_2\text{Si}$), $T_b = 8,3^\circ\text{C}$, y el monometildiclorosilano ($\text{CH}_3\text{Cl}_2\text{Si}$), $T_b = 41,5^\circ\text{C}$.

10 Las composiciones de estas corrientes que contienen clorosilanos pueden contener por regla general diclorosilano ($\text{H}_2\text{Cl}_2\text{Si}$), triclorosilano (HCl_3Si), monometildiclorosilano ($\text{CH}_3\text{Cl}_2\text{Si}$) y compuestos que contienen boro como tricloruro de boro (BCl_3), pero no se limitan a los mismos.

Además es posible introducir una corriente gaseosa con H_2 , HCl y un volumen menor de clorosilanos en el lavador.

15 Tales corrientes pueden darse por ejemplo en el campo de la producción de polisilicio, en particular en relación con los residuos de productos de destilación de compuestos de bajo a medio punto de ebullición, o en el campo de la producción de silicona.

20 El experto en la técnica encontrará posiblemente también una o más otras aplicaciones, en las que hay tales corrientes y en las que el procedimiento según la invención y el dispositivo pueden ser de utilidad. Los ejemplos de realización de la invención sirven sólo para ilustrar y no deben entenderse como una limitación a una aplicación específica.

25 En la presente invención resulta ventajoso que se obtiene una corriente en su mayor parte libre de partículas en el lavador. En la cámara de lavado puede usarse cualquier tipo de agua. La formación de silicatos alcalinotérreos insolubles se evita tanto como sea posible.

El procedimiento funciona sin ninguna combustión de corrientes de proceso.

30 Tiene lugar un tratamiento con un medio alcalino. El tratamiento tiene lugar en fase gaseosa y a temperaturas ambientales.

El procedimiento de lavado comprende en sí mismo sólo una etapa, lo que significa una simplificación con respecto al estado de la técnica.

35 No es necesario ningún material de relleno. La utilización de un agente reductor adicional no es necesaria.

El procedimiento y el dispositivo se explican a continuación mediante las Figs. 1 y 2.

40 La Fig. 1 muestra esquemáticamente un sistema de lavado.

La Fig. 2 muestra esquemáticamente un sistema de tratamiento de aguas residuales.

Lista de los números de referencia usados

- 45
- 1.1 intercambiador de calor por evaporación
 - 1.2 entrada de lavador
 - 1.3 boquilla
 - 1.4 depósito de líquido de lavado
 - 50 1.5 cámara de lavado
 - 1.7 sistema de bombeo
 - 1.8 medición de pH
 - 1.9 suministro de solución cáustica
 - 1.10 suministro de tratamiento de aguas residuales
 - 55 1.11 a-c mediciones
 - 1.12 dispositivo de control
 - 1.13 bomba
 - 1.14 salida
 - 1.15 suministro de agua
 - 60 1.16 instalación de suministro de corriente gaseosa
-
- 2.1 medición de pH 1
 - 2.2 tanque de mezclado 1
 - 2.3 suministro de ácido de neutralización
 - 65 2.4 adición de agente floculante
 - 2.5 medición de pH 2

- 2.6 tanque de mezclado 2
 - 2.7 suministro de ácido de neutralización
 - 2.8 centrífuga
 - 2.9 unidad de filtro prensa
 - 5 2.10 estación de residuos sólidos
 - 2.11 medición de pH
 - 2.12 salida
- 10 Se evapora una corriente de clorosilanos que contiene principalmente líquidos con ayuda de un intercambiador de calor por evaporación 1.1.
- Además es posible introducir, por medio de una instalación de suministro 1.16, una corriente gaseosa con H₂, HCl y un volumen menor de clorosilanos en el lavador.
- 15 La corriente evaporada se introduce a través de la entrada de lavador 1.2 junto con cualquier otra corriente evaporada/gaseosa que tenga que lavarse.
- En el lavador se pulveriza una disolución alcalina, que a continuación se denomina líquido de lavado y puede consistir en cualquier base alcalina y agua, desde boquillas de lavador 1.3.
- 20 Preferiblemente, en el caso de la base se trata de hidróxido de sodio (NaOH).
- El agua para el líquido de lavado puede ser agua superficial, agua desionizada o desmineralizada o procederá de una masa de agua cercana y se introduce a través del suministro de agua 1.15.
- 25 El líquido de lavado está contenido en un depósito de líquido de lavado.
- El depósito de líquido de lavado 1.4 puede ser o bien un aparato independiente o bien estar contenido en la cámara de lavado.
- 30 El líquido de lavado se pone en contacto en la cámara de lavado 1.5 con la corriente de gas entrante.
- Este líquido de lavado tiene preferiblemente un intervalo de pH medible de 10-12, en particular en el caso de usar agua con un alto contenido de minerales divalentes.
- 35 Como consecuencia de este intervalo de pH hay al menos dos ventajas clave.
- El producto formado mediante este procedimiento de lavado, principalmente silicatos, es soluble en el líquido de lavado a pH elevado, y en el sistema puede usarse agua con un contenido de minerales mayor. En el caso de un pH menor se encontrarán partículas (de ácido silícico) en la corriente de gas, con lo que se reduce la eficacia de lavado.
- 40 Por lo demás, mediante el ácido silícico poco soluble se aumenta el esfuerzo de manipulación aguas abajo del lavador. El sistema de lavador se hace funcionar en condiciones de temperatura ambiental.
- 45 El sistema consiste en un medio para la regulación del nivel en la cámara de lavado 1.5.
- En una forma de realización, el sistema consiste en al menos una o varias instalaciones de control, que devuelven el nivel del lavador para evitar rebosamientos, y puede actuar sobre una o varias válvulas para ralentizar o bloquear cualquier corriente entrante.
- 50 En otra forma de realización, el sistema puede consistir en un método para la retirada de un rebosamiento mediante una válvula abierta de manera permanente.
- El sistema comprende preferiblemente una retirada y una recirculación del líquido de lavado gastado en el sistema, por medio de una válvula de succión y de un sistema de bombeo 1.7.
- 55 Dado que las corrientes de clorosilanos lavadas contienen HCl, el valor de pH del líquido de lavado y por consiguiente la eficacia del líquido de lavado disminuyen con el tiempo.
- 60 Cuando el valor de pH se encuentra por debajo de un determinado valor umbral, el producto precipita. Esto puede ser un problema, que hace necesario o bien la liberación de partículas (de ácido silícico) a la atmósfera o bien instalaciones de manipulación de sólidos adicionales aguas abajo del lavador.
- 65 Por tanto, antes de la nueva introducción en el lavador se mide un valor de pH en un depósito de líquido de lavado 1.4, por medio de medición de pH 1.8.

Este valor de pH se compara con el valor de pH de referencia y a través del suministro de solución cáustica 1.9 se añade una cantidad correspondiente de solución cáustica de aporte al depósito de líquido de lavado 1.4.

5 Se extrae una cantidad fijada de líquido de lavado del depósito de lavado y se suministra a través del suministro de tratamiento de aguas residuales 1.10 a la instalación de tratamiento de aguas residuales, véase la figura 2.

En una forma de realización de la presente invención, la cantidad de líquido de lavado que debe añadirse puede calcularse mediante la medición de las corrientes entrantes y las composiciones (1.11 a,b,c).

10 Sin embargo, esta medición no es necesaria para todas las formas de realización de la presente invención.

Este cálculo puede transmitirse a un dispositivo de control 1.12, que actúa o bien sobre una bomba de una sola fase o bien sobre una bomba ajustable 1.13, para fijar la velocidad de corriente del líquido de lavado que entra en el lavador.

15 El gas lavado se retira a través de la salida 1.14.

El líquido de lavado, que se retira o bien de manera periódica o bien de manera continua, contiene un contenido de producto hidrolizado elevado y es muy básico.

20 El valor de pH de esta corriente entrante se mide aguas arriba de un primer tanque de mezclado 2.2, por medio de la medición de pH 2.1.

25 Basándose en el valor de pH de la corriente entrante se envía una señal a una instalación de suministro para ácido de neutralización 2.3, para neutralizar la disolución hasta un intervalo de pH preferiblemente de 6-9, más preferiblemente de 7-9 y de manera muy especialmente preferible de 7-8.

En una forma de realización puede añadirse agente floculante 2.4 para la precipitación de las partículas.

30 Tras la retirada del primer tanque de mezclado se mide de nuevo por medio de la medición de pH 2.5 el valor de pH aguas arriba de un segundo tanque de mezclado 2.6.

35 Basándose en el valor de pH de la corriente entrante se envía una señal a una instalación de suministro para ácido de neutralización 2.7, para neutralizar la disolución hasta un intervalo de pH preferiblemente de 6-9, más preferiblemente de 7-9 y de manera muy especialmente preferible de 7-8.

El líquido de lavado ahora neutralizado se suministra a una centrifuga 2.8.

40 Dado que la disolución contiene ahora un valor de pH menor, los contenidos de sólidos son mucho menos solubles en agua y se forma una suspensión metaestable, con lo que los sólidos pueden retirarse más fácilmente mediante centrifugación.

45 Mediante esta neutralización con una etapa de centrifugación posterior, la presente invención puede presentar una capacidad considerablemente mayor que otros sistemas, tal como se muestra en los siguientes ejemplos.

Los sólidos de la centrifuga 2.8 se retiran y se suministran a una unidad de filtro prensa 2.9.

Los sólidos se retiran y dado el caso se tratan en la estación de residuos sólidos 2.10.

50 Se comprueba de nuevo el valor de pH del líquido, por medio de la medición de pH 2.11.

Si todavía se encuentra un valor de pH demasiado elevado, este líquido puede recircularse al segundo tanque de mezclado 2.6.

55 El líquido del filtro prensa 2.9 se suma a la corriente de líquido de la centrifuga 2.8 y se retira a través de la salida 2.12 fuera del sistema.

Ejemplos

60 Una corriente que contiene principalmente clorosilanos típica suministrada al sistema de lavado puede presentar una variación considerable con respecto a la carga de clorosilanos. Por tanto, sería deseable un tratamiento de aguas residuales robusto, mediante el que pueda retirarse una variedad muy grande de cargas de partículas.

65 Como ejemplos de la idoneidad de la instalación de tratamiento de aguas residuales descrita en el presente documento se presentan tres escenarios de aguas residuales diferentes, que pueden encontrarse en la tabla 1.

Estos escenarios corresponden a una carga reducida (mínimo), una carga media (término medio) y una carga elevada (máximo), que se suministran a la centrífuga 2.8 representada en la figura 2.

5 Se presenta la capacidad de este sistema para implementar una gran capacidad basándose en la relación entre los contenidos en el concentrado y la sustancia utilizada.

Para la descripción de la eficiencia de este dispositivo se define un factor de concentración como el contenido del componente que se encuentra en la corriente de salida en base en volumen dividido entre el contenido del componente que se encuentra en la sustancia utilizada.

10 En el caso de mínimo, el contenido de sólidos en la corriente de salida tiene un factor de concentración de 38,5.

En el caso de término medio, el factor de concentración asciende a 31,3.

15 En el caso de máximo, el factor de concentración asciende a 39,1.

El sedimento en el concentrado presentaba factores de concentración correspondientes de 40, 33,9 ó 34,3 para el mínimo, el término medio y el máximo. Estos factores de concentración no se obtuvieron usando otras técnicas de sedimentación habituales tales como dispositivos de depuración.

20 Por tanto, este sistema tiene una amplia variedad de condiciones de sustancias utilizadas, para las que puede producir un comportamiento de corriente de salida similar.

25 En todos los casos, las mediciones de turbidez llevadas a cabo para todos los casos se encuentran claramente dentro de los límites de la EPA fijados actualmente, 250 NTU.

Tabla 1: Retirada de sólidos mediante centrifugación

| | Mínimo | Término medio | Máximo |
|--|---------------|---------------|---------------|
| Contenido de sólidos en la sustancia utilizada | 0,2 g/l | 0,78 g/l | 1,78 g/l |
| Sedimento en la sustancia utilizada | 0,05% en vol. | 0,56% en vol. | 1,75% en vol. |
| Contenido de sólidos en el rebosamiento | 0,0 g/l | 0,09 g/l | 1,27 g/l |
| Turbidez en el rebosamiento | 2 NTU | 21 NTU | 109 NTU |
| Contenido de sólidos en el concentrado | 7,7 g/l | 24,4 g/l | 49,7 g/l |
| Sedimento en el concentrado | 2% en vol. | 19% en vol. | 60% en vol. |

30 Tras la centrifugación se suministran los sólidos a la prensa de filtrado, componente 2.9 en la figura 2.

A su vez se representan los resultados para tres concentraciones, que se encuentran muy cerca del mínimo, del término medio y del máximo mencionados anteriormente.

A su vez puede evaluarse la concentración de sólidos.

35 En el escenario del mínimo se obtiene un factor de concentración de 110,5/m.

En el escenario del término medio se obtiene un factor de concentración de 57,2/m.

40 En el escenario del máximo se obtiene finalmente un factor de concentración de 48,8/m.

El factor de concentración elevado para el escenario de mínimo puede evaluarse tanto como tiempo adicional para filtraciones como como menor obstrucción de filtro.

45 Tabla 2: Retirada de sólidos en el filtro prensa

| Prueba | Mínimo | Término medio | Máximo |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Concentración de la suspensión | 6,1 g/l | 18,4 g/l | 43,8 g/l |
| Altura de torta | 12 mm | 18 mm | 25 mm |
| Sólidos en la torta tras el filtrado | 232 kg/m ³ | 166 kg/m ³ | 205 kg/m ³ |
| Carga de la suspensión | 0,348 m ³ /m ² | 0,153 m ³ /m ² | 0,092 m ³ /m ² |
| Carga de sólidos | 2,1 kg/m ² | 2,9 kg/m ² | 4,2 kg/m ² |
| Tiempo de filtrado | 2,5 h | 0,9 h | 1,2 h |
| Tiempo incluido el aplastamiento | 2,7 h | 1,1 h | 1,4 h |
| Humedad | 67,4% | 71,3% | 70% |
| Sustancia seca | 32,6% | 28,7% | 30% |

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para el tratamiento de un líquido que contiene al menos un clorosilano, que comprende evaporar el líquido, tratar el líquido evaporado poniéndolo en contacto con un medio alcalino en una cámara de lavado, de modo que se obtiene como resultado un líquido de lavado con pH 9-13, y tratar posteriormente el líquido de lavado extraído de la cámara de lavado en una instalación de tratamiento de aguas residuales, añadiéndose un ácido para ajustar un pH de 6-9 y separándose los sólidos del líquido de lavado por medio de una centrifuga.
- 10 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, según el cual en el caso del medio alcalino se trata de una disolución acuosa de hidróxido de sodio (NaOH).
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 o según la reivindicación 2, en el que el líquido de lavado se mantiene durante el tratamiento en la cámara de lavado mediante la adición de medio alcalino a un pH de 9-13.
- 15 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que en la instalación de tratamiento de aguas residuales se añade un ácido mineral, preferiblemente HCl.
- 20 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los sólidos separados por medio de la centrifuga se alojan en un elemento de alojamiento, preferiblemente un filtro prensa.
- 6.- Dispositivo para la realización del procedimiento según las reivindicaciones 1 a 5, que comprende
- al menos una unidad de evaporación para evaporar una corriente líquida que contiene clorosilanos;
 - 25 - al menos una cámara de lavado para poner en contacto el líquido evaporado con un medio alcalino;
 - al menos una instalación de tratamiento de aguas residuales;
- 30 en el que la cámara de lavado comprende al menos una entrada para suministrar líquido evaporado desde la unidad de evaporación a la cámara de lavado, al menos una boquilla, con la que puede pulverizarse medio alcalino de manera continua al interior de la cámara de lavado, y una salida para suministrar el gas lavado a la instalación de tratamiento de aguas residuales, y en el que la instalación de tratamiento de aguas residuales comprende una instalación de suministro para líquido de lavado procedente de la cámara de lavado, una instalación de suministro para ácido de neutralización y una centrifuga para separar sólidos del líquido de lavado.
- 35 7.- Dispositivo según la reivindicación 6, en el que la instalación de tratamiento de aguas residuales comprende un tanque de mezclado para determinar el valor de pH del líquido de lavado y una bomba para el suministro de ácido.
- 40 8.- Dispositivo según la reivindicación 6 o según la reivindicación 7, según el cual está previsto un elemento de alojamiento, preferiblemente un filtro prensa, para alojar los sólidos separados por medio de la centrifuga.

Fig. 1

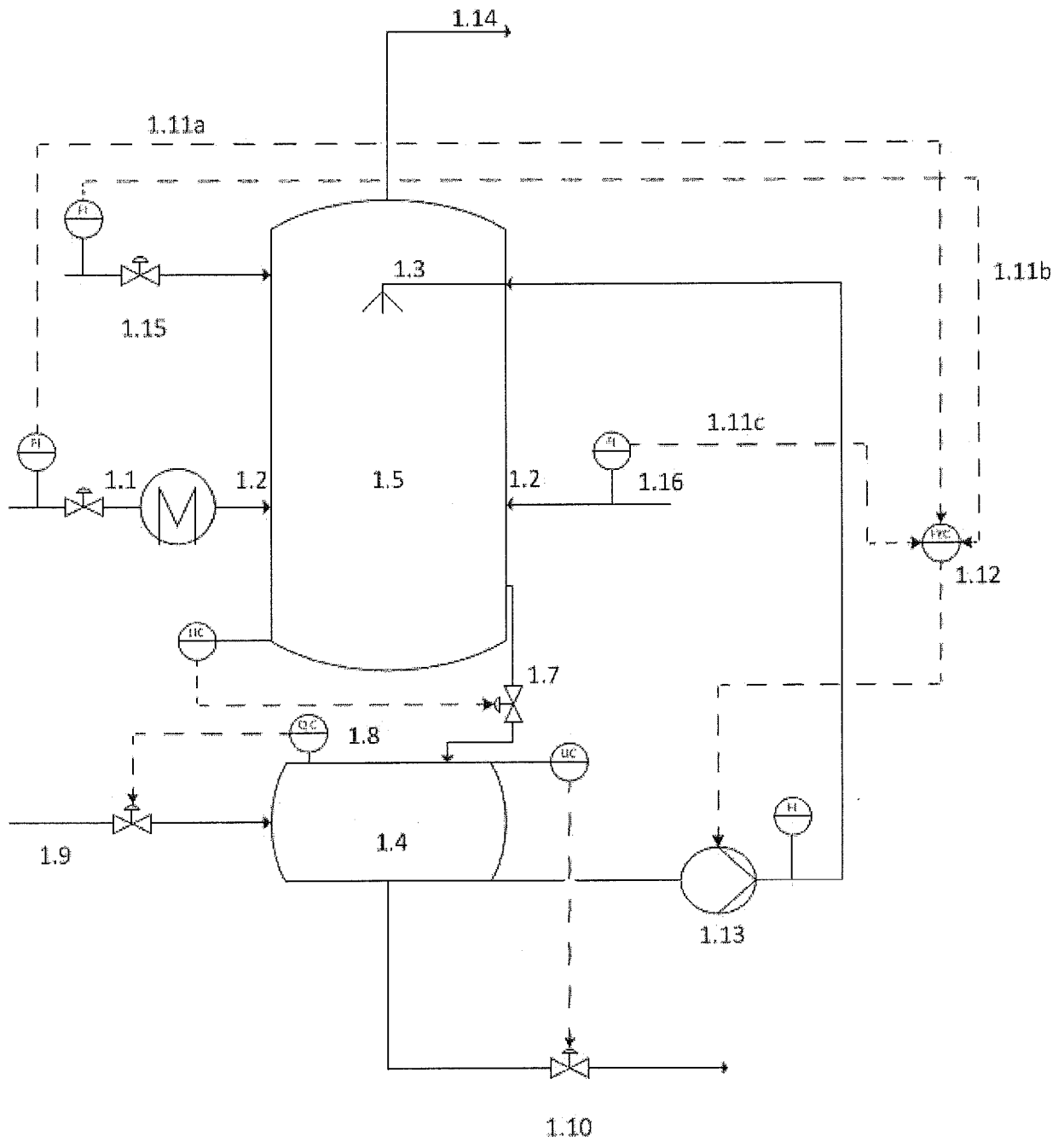


Fig. 2

