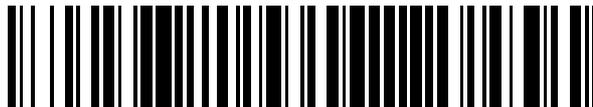


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 595 437**

51 Int. Cl.:

B09B 3/00 (2006.01)

A62D 3/33 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.05.2013 PCT/EP2013/059835**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.11.2013 WO13171169**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.05.2013 E 13725099 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2016 EP 2849895**

54 Título: **Método y dispositivo de inertización y de valorización de los REFIOM, y de otros residuos industriales especiales análogos**

30 Prioridad:

18.05.2012 FR 1201423

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

30.12.2016

73 Titular/es:

**"S.A.G.A.C.E." SERVICES EN ADMINISTRATION,
GESTION ET APPLICATIONS AU CONSEIL À
L'ENVIRONNEMENT (100.0%)
Ferme des Fusées
77390 Champdeuil, FR**

72 Inventor/es:

HUBERT, JEAN-PIERRE, G.

74 Agente/Representante:

ÁLVAREZ LÓPEZ, Sonia

ES 2 595 437 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método y dispositivo de inertización y de valorización de los REFION, y de otros residuos industriales especiales análogos.

5

La invención se refiere a un método de inertización y de valorización de los Residuos de Depuración de Humos de Incineración de Basuras Domésticas, llamados en adelante REFION. La invención también se refiere a instalaciones destinadas a la implementación de tales procedimientos.

- 10 La incineración de basuras domésticas genera dos tipos de residuos: los MIOM (en francés, Cenizas de Incineración de Basuras Domésticas) y los REFION (en francés, Residuos de Depuración de Humos de Incineración de Basuras Domésticas). El término REFION incluye cenizas de polvo de caldera, cenizas volantes y «tortas de filtración». La mayoría de estos residuos (hasta 90 % en peso) se constituye de sustancias minerales sin carácter nocivo (sílice, cal,...). El resto, en cambio, se compone de metales entre los cuales se encuentran metales pesados como el
- 15 mercurio, el zinc, el plomo, el cobre, el cromo, ... Los REFION contienen así una concentración de contaminantes en los residuos incinerados, como los metales pesados volátiles, compuestos clorurados, etc. ...

- Teniendo en cuenta sus características contaminantes, en particular su alto contenido (hasta 2% en peso e incluso más en ciertos casos) de metales pesados que pueden ser arrastrados fácilmente por el agua, los REFION no se
- 20 mezclan con las cenizas y se someten a un tratamiento específico de estabilización. Clasificados dentro de la categoría de «residuos industriales especiales», los REFION son residuos finales. Por tanto, éstos son almacenados previamente al enterramiento en vertedero, de manera a estabilizarlos y reducir así su fracción lixivable. Posteriormente, se evacúan hacia centros de almacenamiento de residuos finales (CSDU) de clase 1, donde se disponen en silos. A continuación, estos residuos se mezclan, por ejemplo, con conglomerantes hidráulicos, y el
- 25 hormigón así obtenido, el cual constituye una trampa para los elementos contaminantes, se vierte en alvéolos específicos.

- Durante mucho tiempo, este procedimiento ha sido la única forma posible de eliminar los REFION. Desde entonces, se han desarrollado técnicas de tratamiento destinadas a estabilizarlos esencialmente en torno a dos ejes. Por un
- 30 lado, con métodos de tratamiento por fusión de las cenizas, o de vaporización después de un ataque ácido en un medio fluidizado, y por otro lado, con métodos hidroquímicos de estabilización, la segunda categoría a la que pertenece el tratamiento de la invención.

- Se conoce así en el documento W003/092921, que se define como el estado de la técnica más cercano de
- 35 descripción de un método y de un dispositivo según el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 9, un método hidrometalúrgico de tratamiento en medio acuoso de residuos industriales especiales que contienen metales pesados y sales, tales como subproductos de incineración de combustibles diversos, y particularmente los REFION. Este método incluye una operación de lavado al final de la cual se recupera la fracción sólida cuando ésta cumple las condiciones de inocuidad para el medio ambiente con el fin de ser industrialmente valorizable. En este método,
- 40 se establece una etapa de maduración del REFION previamente a la operación de lavado para obtener una pasta que se va a transformar reológicamente y en la que se van a fijar los elementos nocivos de forma estable.

- Lamentablemente, se ha comprobado que esta etapa de maduración no permitía obtener una fijación de las dioxinas. No obstante, la reglamentación ha evolucionado y requiere que los productos estén casi exentos de rastros
- 45 de dioxinas para ser valorizados. De manera más precisa, la norma reglamentaria a respetar para una valorización en técnicas viales (norma SETRA) es un contenido de dioxinas inferior a 10 ng TEQ / kg MS.

- Cabe recordar que las «dioxinas» forman parte de la familia de los Compuestos Orgánicos Persistentes (COPs), los cuales no se definen por su fórmula química sino por una toxicidad comprobada en la fauna y la salud humana, una
- 50 bioacumulación, una persistencia en el medio ambiente y una difusión a gran distancia.

- El término genérico «dioxinas» incluye las policlorodibenzo-paradioxinas (PCDD), los policlorodibenzofuranos (PCDF) afines en el plano estructural y químico, y ciertos policlorobifenilos (PCB), dotados de propiedades tóxicas similares. Dichos compuestos se presentan solos o en forma de mezcla.

55

Varios estudios se han llevado a cabo en referencia a los mecanismos de formación de las dioxinas. Estos estudios han revelado procesos de formación heterogéneos. Por ejemplo, las dioxinas se pueden formar en respuesta a la absorción de sus reactivos precursores sobre una materia particulada en suspensión o sobre partículas volantes, tales como cenizas volantes. Las dioxinas se forman a temperaturas comprendidas entre 300 y 450°C en función de

los compuestos previstos. La temperatura de formación óptima es próxima a 350°C. Algunos autores han comprobado la formación de dioxinas desde 200°C.

El documento CN101462835 propone formar un cemento hidráulico a partir de los REFION. Este método incluye 5 operaciones de lavado repetitivas del residuo, cuya fase final consiste en una etapa de destrucción térmica de las dioxinas por calentamiento en un horno de cemento entre 1000 y 1450°C en una operación de clinkerización.

Lamentablemente, los autores han descubierto que la aplicación de dicho tratamiento a temperatura elevada sobre un residuo estabilizado por transformación reológica obtenida mediante una operación de maduración del residuo, 10 desestabiliza la estructura del residuo inerte, y por tanto, ya no le permite ser valorizable en técnicas viales o almacenable en vertederos de clase 3. Como resultado, la aplicación de este tratamiento térmico sobre un residuo estabilizado implica, ya sea la realización de un lavado excesivo de los residuos poco compatible con las exigencias de rentabilidad industrial o la búsqueda de nuevas formas de valorización del residuo.

15 Se han estudiado otras formas de tratamiento de las dioxinas en los residuos especiales. Por ejemplo el documento JP2004057934 propone un tratamiento con ozono, con una aceleración de la reacción de oxidación por radiación con UV. El documento CN101050862 propone un tratamiento hidrotérmico con adición de hidracina para el tratamiento específico de las dioxinas. Estos distintos tratamientos son de difícil implantación y por tanto sus costes son más importantes.

20 Resulta interesante buscar una solución sencilla y económica de tratamiento de las dioxinas contenidas en los residuos especiales para permitir una inertización de estos residuos especiales en vistas a una valorización en técnicas viales.

25 La invención tiene como objetivo resolver al menos uno de los inconvenientes vistos en la técnica anterior. En particular, la invención tiene como objetivo proponer un nuevo método de tratamiento en medio acuoso de residuos especiales que poseen un contenido de metales pesados y sales, con el fin de estabilizar los residuos para una valorización en técnicas viales incluyendo un tratamiento de las dioxinas.

30 Para ello, la invención tiene como objeto un método de tratamiento en medio acuoso de residuos especiales con un contenido de metales pesados y sales, según la reivindicación 1, en el que:

- se suministra el residuo en forma dividida;
- se somete el residuo a una etapa de maduración, durante la cual se dispone en una suspensión acuosa que se 35 deja madurar en templado, es decir a una temperatura comprendida entre 90 y 110°C;
- se recoge una fracción sólida madurada que se somete a operaciones repetitivas de lavado y de separación líquido/sólido hasta que la fracción sólida se ajuste a las exigencias de inocuidad para al medio ambiente;

el método es notable puesto que, previamente a la etapa de maduración del residuo:

- 40 - se realiza una prueba determinante del contenido de cloruro de calcio (CaCl_2) en el residuo;
- se realiza un tratamiento térmico a temperatura elevada del residuo cuando el resultado de la prueba revela un contenido de cloruro de calcio inferior o igual a un valor de referencia establecido.

45 Según modos particulares de realización, el método puede incluir una o varias de las siguientes características, tomadas de forma aislada o en todas las combinaciones técnicamente posibles:

- la prueba que determina el contenido de cloruro de calcio (CaCl_2) del residuo se efectúa mediante espectrometría de fluorescencia X.
- 50 - Cuando el resultado de la prueba muestra un contenido de cloruro de calcio superior al valor de referencia establecido, se añade una cantidad adicional de un residuo con bajo contenido de cloruro de calcio con el fin de obtener una mezcla de residuos cuyo contenido de cloruro de calcio es inferior al contenido del residuo, preferiblemente se añade una cantidad adicional de un residuo con bajo contenido de cloruro de calcio, que sea suficiente para que el contenido de cloruro de calcio en la mezcla de residuos así obtenida alcance un valor inferior o 55 igual al valor de referencia establecido; y/o se ejecuta una o varias operaciones de prelavado del residuo o de la mezcla de residuos, hasta que el contenido de cloruro de calcio alcance un valor inferior o igual al valor de referencia establecido; posteriormente se realiza el tratamiento térmico a temperatura elevada.
- Se realiza una operación de prelavado del residuo antes de realizar la prueba que determina el contenido de cloruro de calcio en el residuo. Esta prueba se efectúa por tanto sobre un residuo lavado.

- Se realiza el tratamiento térmico del residuo a temperatura elevada cuando el resultado de la prueba muestra un contenido de cloruro de calcio inferior o igual a un 20 % en peso de la masa total del residuo, preferiblemente inferior o igual a 16%.
- el tratamiento térmico a temperatura elevada comprende el calentamiento del residuo a una temperatura de al menos 500°C, preferiblemente de al menos 550°C, preferiblemente de al menos 700°C, preferiblemente de al menos 850°C. De preferencia, el tratamiento térmico a temperatura elevada se aplica durante una hora.
- Eventualmente, se realiza un temple del residuo tras la operación de tratamiento térmico a temperatura elevada. Este temple no es obligatorio, pero se puede efectuar por precaución.
- La operación de prelavado se realiza con agua.
- 10 - La operación de prelavado se realiza con una relación líquido / sólido de 5/1 en peso.
- La operación de prelavado se lleva a cabo durante al menos una hora.
- Durante la etapa de maduración, se añade carbonato de sodio al residuo dispuesto en suspensión acuosa, de preferencia en una relación ponderal inferior a 30 %.
- La etapa de maduración se realiza por calentamiento a una temperatura comprendida entre 90 y 110°C,
- 15 preferiblemente durante un período de 16 a 24 horas.
- El acondicionamiento en pulpa acuosa se realiza mediante la adición de una solución acuosa, por ejemplo agua, en una relación ponderal líquido/sólido de 2.
- Las operaciones sucesivas alcanzan un valor inferior o igual a 9,2.
- La etapa de neutralización interviene después del primer lavado.
- 20 - Durante la ejecución de la etapa de neutralización, se moja la fracción sólida madurada con agua en una relación líquido/sólido de 5.

La invención también tiene como objetivo una instalación según la reivindicación 9 para la implementación del método descrito más arriba comprendiendo sucesivamente en el ámbito de las materias que se deben tratar:

- 25 - una unidad de remojo por calentamiento;
- una unidad de lavado, la instalación siendo notable en la medida en que incluye además, antes de la unidad de remojo por calentamiento, medios de determinación del contenido de CaCl₂ en el residuo y una unidad de calentamiento a temperatura elevada.
- 30 Preferiblemente, los medios de determinación del contenido de CaCl₂ en el residuo comprenden medios de implementación de una espectrometría de fluorescencia X.

De manera ventajosa, la instalación según la invención comprende también al menos:

- 35 - una unidad de prelavado anterior a la unidad de calentamiento a temperatura elevada; y/o
- una unidad de mezcla y de dosificación de residuos de distintas procedencias anterior a la unidad de calentamiento a temperatura elevada; y/o
- una unidad de calentamiento a temperatura elevada comprendiendo un horno y medios de enfriamiento del residuo
- 40 a la salida del horno; y/o
- una unidad de lavado provista de un depósito de neutralización equipado con medios de burbujeo de un gas montados por el fondo del depósito, preferiblemente dichos medios de burbujeo están conectados a una fuente de suministro de gas constituida de un recuperador de humos extraídos de la chimenea de un incinerador, debajo de la instalación de depuración y tratamiento de dichos humos.
- 45 Como se habrá entendido en la lectura de la definición que se acaba de dar, la invención consiste esencialmente en proceder a un tratamiento térmico a temperatura elevada del residuo con el fin de destruir las dioxinas que contiene, sin por ello afectar su estructura inerte obtenida por maduración.

- 50 Según un primer aspecto de la invención, la implementación de este tratamiento térmico se debe ejecutar imperativamente antes de la etapa de maduración (o madurez) del residuo. En efecto, los experimentos han demostrado que la ejecución de tal tratamiento térmico a temperatura elevada sobre un residuo madurado por transformación reológica desestabilizaba la estructura del residuo de tal modo que ya no es capaz de retener los metales pesados contenidos. Su fracción lixiviable es por tanto altamente contaminante y no cumple más con las
- 55 exigencias de inocuidad para el medio ambiente necesarias para ser valorizable.

Las pruebas han permitido determinar también que la composición del residuo tiene una influencia sobre el buen comportamiento de esta etapa de tratamiento térmico a temperatura elevada, por lo que, en un segundo aspecto de la invención, la implementación del tratamiento térmico a temperatura elevada depende de la obtención previa de

cierta composición del residuo. De manera sorprendente, se ha establecido que cuando el residuo muestra un contenido de cloruro de calcio (CaCl_2) demasiado importante, la aplicación de un tratamiento térmico a temperatura elevada genera una aglutinación del residuo que hace que éste sea inapropiado para someterse a la etapa de maduración. Por ejemplo, la implementación de un tratamiento térmico a temperatura elevada sobre unos residuos
5 que poseen un contenido de cloruro de calcio del 37,91 % ha resultado en una aglutinación del residuo. Por tanto, cuando sea necesario, se puede reajustar el contenido de cloruro de calcio en el residuo antes de la operación de calentamiento a temperatura elevada.

Según un tercer aspecto de la invención, este reajuste se obtiene a través de una mezcla juiciosa de residuos de
10 diferentes composiciones, cuya dosificación respectiva permite obtener un residuo homogéneo, cuyo contenido en cloruro de calcio es satisfactorio, y/o mediante un prelavado del residuo que permite extraer parte de los cloruros contenidos. Este prelavado se puede efectuar sistemáticamente de manera preventiva y/o en función del resultado de las pruebas efectuadas.

15 Se entenderá mejor la invención, y aparecerán otros aspectos y ventajas de manera clara en la descripción siguiente, determinada en forma de ejemplo y en referencia a la única figura de dibujo adjunto en la que se muestra el esquema funcional general del tratamiento del residuo.

La instalación comprende, como mínimo, una detrás de otra, en el ámbito de las materias que se deben tratar, una
20 unidad de prelavado (5), una unidad de calentamiento a temperatura elevada (3), una unidad de remojo por calentamiento (17) (o unidad de maduración) y una unidad de lavado (35).

El REFION (1) se suministra en forma dividida. Cuando el residuo (1) que se debe tratar procede de distintos centros de incineración, su composición va a variar en función de su origen. Sin embargo, los residuos, aunque tengan
25 composiciones diferentes unos con respecto a otros, tienen una composición relativamente estable según su procedencia. De este modo, resultará más provechoso mezclar los diferentes REFION en una unidad de mezcla y de dosificación (53) para obtener un residuo de composición relativamente estable, y así sin tener que ajustarse constantemente a las condiciones de implementación del método.

30 Por otra parte, de manera ventajosa, mediante dosificación de forma juiciosa del aporte del residuo de cada procedencia y teniendo en cuenta un contenido específico de cloruro de calcio (CaCl_2), se puede obtener una mezcla cuya composición es conocida y conforme a las exigencias relativas a la implementación del método según la invención. En particular, una dosificación de los desperdicios de diferentes orígenes permite obtener un residuo
35 formado a partir de una mezcla de residuos, donde dicha mezcla presenta un contenido de cloruro de calcio inferior a un valor de referencia establecido. La unidad de mezcla comprende por ejemplo un conjunto de silos (55) destinados a recibir los desperdicios (57), cada silo (55) siendo dedicado a un residuo (57) de una procedencia determinada y exhibiendo un contenido de CaCl_2 establecido. La unidad (53) comprende también una cubeta (59) provista de medios de mezcla (61) para mezclar y homogeneizar la mezcla de residuos obtenida.

40 En una primera etapa, el REFION (1) se va a tratar con el fin de destruir las dioxinas que contiene. Esta destrucción se realizará térmicamente. El residuo (1) se somete a un tratamiento térmico a temperatura elevada en una unidad de calentamiento (3) a temperatura elevada. Para ello, se dispone el residuo (1) en un horno que se regula a una temperatura de al menos 500°C , preferiblemente al menos 550°C , preferiblemente al menos 700°C , más preferiblemente al menos 850°C . El tratamiento térmico se lleva a cabo durante un tiempo, por ejemplo durante una
45 hora. Se conoce el hecho de destruir térmicamente las dioxinas mediante la aplicación de un tratamiento térmico a 850°C durante algunos segundos. Sin embargo, en el marco de la invención, hay que tener en cuenta, durante la aplicación del tratamiento térmico, por una parte, la baja conductibilidad térmica del residuo, y por otra parte su naturaleza esponjosa que hace que las dioxinas sean difícilmente accesibles ya que se pueden formar sobre la superficie interna de los poros de los granos de REFION. Se forman así dioxinas en el fondo de las cavidades
50 microscópicas formadas por los poros de los granos de REFION, y éstas son protegidas por la inercia térmica de la materia constitutiva de dichos granos.

El residuo será calentado en un horno, de manera apropiada en un horno giratorio. También se puede considerar el uso de hornos de rejilla o de hornos de lecho fluidizado. El uso de este horno giratorio es también apropiado ya que
55 permite evitar la formación de torta durante el calentamiento cuando se ha lavado el residuo antes de la aplicación del tratamiento térmico a temperatura elevada. Resulta indispensable proceder a la destrucción por vía térmica de las dioxinas antes de dejar madurar el residuo, para evitar así el riesgo de desestabilizar la estructura obtenida por maduración. De manera provechosa, se prevén medios de ventilación (no representados) para evacuar los humos y/o los vapores que las dioxinas pueden contener. Se implementa el circuito de evacuación de los humos para

eliminar cualquier riesgo de emisión ulterior de dioxinas reformadas en el horno después del tratamiento térmico.

Según la invención, el tratamiento térmico se aplica a un residuo (1), cuyo contenido en sales, y en particular el de cloruro de calcio (CaCl_2) se ha determinado como siendo inferior o igual a un valor de referencia establecido (o valor umbral) para evitar cualquier riesgo de aglutinación del residuo durante la operación de tratamiento térmico que pueda perjudicar la ejecución adecuada del resto del procedimiento.

Esta determinación del contenido de cloruro de calcio en el residuo se puede realizar a través de cualesquiera medios conocidos por el experto en la materia. Esta se realiza preferiblemente por espectrometría de fluorescencia X.

Así, cuando el contenido en cloruro de calcio es inferior o igual a un valor de referencia dado, el tratamiento térmico (3) se puede realizar sin riesgo de aglutinación. Este valor de referencia (o valor umbral) se determina por experiencia y puede variar en función de la composición de los REFION (1), y por ejemplo según los contenidos de las otras sales que componen el REFION, tales como el sulfato de calcio (CaSO_4) o el hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).

Las pruebas realizadas sobre los desperdicios R1 y R1 han dado los resultados siguientes:

	CaCl_2 (% en peso)	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (% en peso)	$\text{Ca}(\text{OH})_2$ (% en peso)	Aglutinación
R1	18,29	9,20	38,45	no
R1	37,91	3,03	38,20	Sí

El contenido exacto de cloruro de calcio forma un umbral más allá del cual el tratamiento térmico a temperatura elevada genera una aglutinación del residuo. Este umbral puede ser determinado por el experto en la materia de modo experimental. Como medida de precaución, se procederá a la implementación del proceso con un contenido de cloruro de calcio cuyo valor es inferior a dicho valor umbral. Se tendrá en cuenta, en el ámbito de la invención, que el tratamiento térmico a temperatura elevada se puede implementar sin riesgo de aglutinación cuando el residuo presenta un contenido de cloruro de calcio inferior o igual a 20%, preferiblemente inferior o igual a 18%, más preferiblemente inferior o igual a 16 %. La obtención de un residuo que exhibe tal contenido de cloruro de calcio siendo además preferida en el ámbito de la invención debido a la optimización de otros parámetros del procedimiento, como la adición del carbonato de sodio (Na_2CO_3), como se verá más tarde.

Si el contenido de cloruro de calcio es superior al valor de referencia establecido, se puede reducir a través de al menos una operación de prelavado del residuo antes de la aplicación del tratamiento térmico a temperatura elevada.

La operación de prelavado del residuo se realiza antes de la operación de tratamiento térmico a temperatura elevada. Para este fin, se introducen los REFION (1) en una cubeta (5) de prelavado dispuesta más arriba de la unidad de calentamiento (3) a temperatura elevada. Los REFION (1) son mezclados, por ejemplo durante aproximadamente una hora, y si hace falta durante aproximadamente dos horas, con una solución acuosa (7), de manera provechosa con agua, en una relación líquido/sólido de 5/1 en peso.

La cubeta de prelavado (5) se provee en su salida de un separador líquido/sólido (9) que permite separar los REFION prelavados (11) del líquido de lavado (13) cargado de cloruros. En caso de necesidad, se puede hacer una nueva prueba sobre el contenido de cloruro de calcio en la fracción sólida (11) para asegurarse de que dicho contenido en sales es bastante inferior al valor de referencia para la implementación del procedimiento. Si todavía no es el caso, se llevan a cabo una o varias operaciones de prelavado adicionales hasta que el residuo prelavado (11) tenga un contenido de cloruro de calcio inferior al valor de referencia establecido. El residuo (11) se somete después a la operación de tratamiento térmico a temperatura elevada, tal como descrito más arriba. Se tendrá en cuenta el hecho de distinguir entre operaciones de "prelavado" realizadas antes de la maduración del residuo y operaciones de lavado repetitivas a las que se somete el residuo madurado por transformación reológica.

Otra posibilidad, alternativa o complementaria, para obtener un residuo cuyo contenido de cloruro de calcio es inferior o igual a un valor de referencia establecido, consiste en añadir al residuo o a la mezcla de residuos, una cantidad adicional de un residuo con un bajo contenido de cloruro de calcio, lo cual tendrá como consecuencia "diluir" el contenido de cloruro de calcio total presente en el residuo. Se puede por tanto ajustar el contenido de cloruro de calcio en la mezcla de residuos así obtenida a un valor inferior o igual al valor de referencia determinado, antes de efectuar el tratamiento térmico a temperatura elevada.

- Según la invención, el tratamiento térmico a temperatura elevada puede incluir medios (no representados) previstos para efectuar una etapa de temple del residuo posteriormente a la etapa de calentamiento según la cual el residuo es enfriado por aire o por agua. El enfriamiento forzado del residuo se realiza en condiciones previstas para evitar cualquier reformación de dioxinas. El temple se puede realizar de diferentes maneras. Por ejemplo, mediante remojo del residuo en agua fría. Se puede realizar usando un intercambiador térmico en una atmósfera controlada. El intercambiador térmico en cuestión es por ejemplo un intercambiador de espiras huecas por las que se desplaza el agua.
- 10 Los REFION tratados térmicamente (15) son recibidos después dentro de la unidad de maduración (17). Estos se introducen en una bandeja de mezclado (19) provista con medios de mezcla (21) donde se mezclan con una solución acuosa (por ejemplo con agua) en una relación ponderal líquido/sólido de 2 hasta la formación de una pulpa. En función de la naturaleza de los REFION que tratar, se tendrá en cuenta la posibilidad de aumentar esta relación ponderal hasta 5 por ejemplo.
- 15 De manera opcional, se añade el carbonato de sodio (Na_2CO_3) (23) a la cuba en una relación ponderal inferior a 30 %. Por ejemplo se añade 25 % en peso de reactivo con respecto a la masa bruta de REFION que se debe tratar. Se tendrá en cuenta, como alternativa, la posibilidad de añadir el carbonato de sodio después del tratamiento térmico de maduración, y antes de las operaciones de lavado. La adición de carbonato de sodio durante la etapa de maduración como agente de aceleración de la cinética de solubilización de las sales es conocida por el experto en la materia.
- 20 Una vez obtenida, la pulpa (25) (que puede incluir la adición de carbonato de sodio) se dirige hacia un cuba autoclave (27) de maduración que posee una pared metálica calentadora por resistencia eléctrica (o de doble pared, para permitir la circulación controlada de un fluido de calentamiento, por ejemplo un aceite) y que se cierra con una tapa hermética (29) para evitar la pérdida de líquido por evaporación. De manera conocida, este depósito está provisto de una célula de medición (31) que sigue sin interrupción la conductancia eléctrica de la materia en el depósito (27). El valor medido se compara con un valor de consigna predeterminado y representativo de la conductancia de una pulpa de referencia madurada con el fin de permitir un control dinámico de la etapa de maduración si se desea. No obstante, cabe subrayar que esta maduración térmica se efectúa «en templado», es decir a la temperatura de ebullición de la suspensión bajo presión atmosférica (por ejemplo de 90 a 110°C) durante una periodo de 16 a 24 horas.
- 25 Al finalizar esta etapa de maduración, la suspensión madurada (33) se dirige hacia una unidad de lavado (35). Esta unidad se compone de una cubeta de lavado (37) en funcionamiento secuencial al ritmo de las secuencias de lavados, o de un conjunto de cubetas sucesivas dispuestas en serie en funcionamiento continuo, donde cada una de ellas tiene un lavado determinado asignado en la secuencia considerada. Cada cubeta de lavado se equipa a la salida con un separador líquido/sólido (39). Esta separación se puede hacer por centrifugado, filtro prensa, o por cualquier otro medio adecuado.
- 30 Se tendrá en cuenta, a efectos de simplificación, que la unidad de lavado comprende sólo una cubeta (37). La cubeta de lavado se llena con una solución de lavado (41), la cual sencillamente, puede ser agua. Con el fin de optimizar el rendimiento de la operación de lavado, la cubeta (37) comprende, de manera provechosa, medios de mezclado (63) o de mezcla del residuo en suspensión en la solución de lavado.
- 35 Preferiblemente, la relación en peso de líquido/sólido acumulada durante estas operaciones de lavado sucesivas no excederá 50. Sin embargo, se puede realizar el lavado de diferentes maneras. Por ejemplo, se puede realizar 5 lavados sucesivos con una relación líquido/sólido de 5, o 4 lavados sucesivos con una relación líquido/sólido de 10, o cualquier otra combinación, siempre y cuando se mantenga el principio de una secuencia de lavados repetitivos.
- 40 La duración de contacto de la solución de lavado con el REFION es de 2 a 3 horas en cada sesión de lavado.
- 45 De manera opcional, durante la operación de lavado, y preferiblemente después del primer lavado, se moja otra vez la suspensión madurada (33) para volver a formar una suspensión acuosa. Esta resuspensión se obtiene con una relación líquido/sólido preferiblemente de aproximadamente 5. Durante esta etapa, llamada de neutralización, que se va a llevar a cabo en una cuba de despulpado que puede ser la propia cuba de lavado (37). Durante la etapa de neutralización, que durará aproximadamente 2 horas, un agente (65) de reducción del pH se introduce en la cuba (37). De manera provechosa, este agente es el CO_2 introducido por burbujeo a través de inyectores (67) montados para este fin por el fondo de la cuba (37). El gas inyectado, rico en CO_2 será de manera adecuada humo depurado (sin partículas volantes) producido por la incineración de basuras domésticas.
- 50
- 55

La cuba de lavado (37) está por tanto equipada en su parte inferior con medios de burbujeo (67) y posee también medios de mezclado (63) con el fin de permitir una acción óptima del CO₂ en toda la pulpa. Esta se puede equipar eventualmente con medios de recuperación de gases (no representados), y está equipada con un sensor (69) que
5 permite medir el pH de la pulpa de manera continua durante la etapa de neutralización.

Se considerará la etapa de neutralización acabada cuando el pH haya alcanzado un valor inferior o igual a 9,2.

La pulpa neutralizada sufre una operación de separación líquido/sólido. La fracción líquida se dirige hacia una
10 unidad (49) de tratamiento de las aguas de lavado (o unidad de desalinización), mientras que la fracción sólida se introduce en el segundo depósito de lavado (o se queda en el mismo lugar si los lavados se efectúan en el mismo depósito.)

Una separación líquido/sólido final (39) de la suspensión obtenida al finalizar la operación de lavado, permite extraer
15 la fracción sólida inerte (43) con vistas a su valorización como clínker fino, aplicable en técnicas viales, por ejemplo.

La fracción líquida (45) es recogida para ser tratada ulteriormente. De manera conocida, la fracción líquida se prepara en salmuera (47) o en sales sólidas a través de una unidad de desalinización (49). Esta unidad puede estar equipada con un equipo CMV (compresión mecánica del vapor) comercial que comprende sucesivamente un
20 evaporador al vacío o membranas de nanofiltración por ejemplo.

El agua purificada (51) se reconduce hacia la unidad de maduración o unidad de remojo calentadora (17) o hacia la unidad de lavado (35), o en caso de necesidad, hacia la bandeja de prelavado (5). En su caso, se puede valorizar la salmuera (47) o las sales como fundente vial después de la depuración y/o evaporación; o éstas pueden ser tratadas
25 según las técnicas conocidas de estabilización/consolidación con los aglutinantes hidráulicos y los polisulfuros para su almacenamiento como residuo.

Según una variante de la invención, la operación de prelavado se efectúa sistemáticamente antes de realizar al menos una prueba relativa a la concentración de cloruro de calcio. De hecho, la reducción del contenido de cloruro
30 en los REFIOM también permite reducir en su caso la adición de agente de aceleración de la cinética de solubilización.

El método se ha aplicado a un residuo R1 que mostraba un contenido de CaCl₂ inferior al 20% (en este ejemplo el contenido de CaCl₂ era de 18,29 %). Su fracción soluble es elevada y representa más del 48% de la masa del residuo y se compone esencialmente de sales de cloruros. Su pH es alcalino, característica de los REFIOM que comprenden cal residual. El contenido de dioxinas medido sobre el residuo bruto (antes del tratamiento) era de 450 ng TEQ/kg MS. Después del tratamiento, el residuo mostraba un contenido de dioxina inferior a 5,8 ng TEQ/kg MS. Cabe recordar que la norma reglamentaria a respetar para una valorización en técnicas viales (normas SETRA) es de 10 ng TEQ/kg MS. El método según la invención permite tratar un REFIOM con el fin de que éste corresponda a
40 los criterios de valorización, o a disponerlo en un centro de almacenamiento de clase 3.

El método según la invención es satisfactorio ya que permite obtener residuos tratados que poseen una fracción lixiviable muy poco contaminante, similar a la de los residuos inertes.

45 Además se debe tener en cuenta que, aunque se haya concebido la invención para el tratamiento de los REFIOM, ésta se puede aplicar a muchos otros residuos análogos portadores de metales pesados lixiviables, en medios naturales y susceptibles de contener dioxinas, como por ejemplo los residuos de centrales térmicas de carbón (cenizas volantes, clínkers, ...) o los de la metalurgia (lácteos, humos eléctricos de acería, etcétera ...)

REIVINDICACIONES

1. Método de tratamiento en medio acuoso de residuos (1) especiales con metales pesados y sales, en el cual:
- 5
- se suministra el residuo (1) en forma dividida;
 - se somete el residuo a una etapa de maduración (17), según la cual se dispone en una suspensión acuosa (25) que se deja madurar en templado;
 - se recoge una fracción sólida madurada (33) que se somete a operaciones repetitivas de lavado (35) y de
- 10 separación líquido/sólido hasta que la fracción sólida (43) corresponda a las exigencias de inocuidad para el medio ambiente;
- el método siendo caracterizado por el hecho de que previamente a la etapa de maduración del residuo:
- 15 - se realiza una prueba que determina el contenido de cloruro de calcio en el residuo (1);
- se realiza un tratamiento térmico a temperatura elevada (3) del residuo cuando el resultado de la prueba muestra un contenido de cloruro de calcio inferior o igual a un valor de referencia establecido.
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que cuando el resultado de la prueba
- 20 revela un contenido de cloruro de calcio superior al valor de referencia establecido:
- se añade una cantidad adicional de un residuo con bajo contenido de cloruro de calcio de manera a obtener una mezcla de residuos cuyo contenido de cloruro de calcio es inferior al contenido del residuo (1), preferiblemente se
- 25 añade una cantidad adicional de un residuo con bajo contenido de cloruro de calcio, suficiente para que el contenido de cloruro de calcio de la mezcla de residuos así obtenida alcance un valor inferior o igual al valor de referencia establecido; y/o
- se realiza una o varias operaciones de prelavado (5) del residuo (1) o de la mezcla de residuos, hasta que el contenido de cloruro de calcio alcance un valor inferior o igual al valor de referencia establecido;
- 30 a continuación se realiza el tratamiento térmico a temperatura elevada (3).
3. Método según una de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por el hecho de que se realiza una operación de prelavado (5) del residuo (1) antes de realizar la prueba que determina el contenido de cloruro de calcio presente en el residuo.
- 35
4. Método según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por el hecho de que se efectúa el tratamiento térmico a temperatura elevada (5) del residuo (1) cuando el resultado de la prueba exhibe un contenido de cloruro de calcio inferior o igual a 20 % en peso de la masa total del residuo, preferiblemente inferior o igual a 16 %.
- 40
5. Método según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por el hecho de que el tratamiento térmico a temperatura elevada (3) incluye el calentamiento del residuo a una temperatura de al menos 500°C, preferiblemente durante una hora.
- 45
6. Método según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por el hecho de que se efectúa un temple del residuo después de la operación de tratamiento térmico a temperatura elevada (3).
7. Método según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por el hecho de que, durante la etapa de maduración (17) se añade al residuo dispuesto en suspensión acuosa (25) una cantidad de carbonato de sodio,
- 50 preferiblemente en una relación ponderal inferior a un 30%.
8. Método según una de las reivindicaciones 1 a 7 caracterizado por el hecho de que, entre dos lavados sucesivos, durante las operaciones repetitivas de lavado (35), se realiza una etapa de neutralización de la fracción sólida madurada (33) tratando ésta última con un agente químico que permite reducir su pH, preferiblemente el agente de neutralización es el dióxido de carbono, y/o el pH se reduce hasta un valor inferior o igual a 9,2.
- 55
9. Instalación para la implementación del método según una de las reivindicaciones 1 a 8, comprendiendo sucesivamente en el ámbito de las materias a tratar:
- una unidad de remojo por calentamiento (17);

- una unidad de lavado (35);

la instalación siendo caracterizada por el hecho de que comprende también, anterior a la unidad de remojo por calentamiento (17), medios de prueba del contenido de cloruro de calcio en el residuo y una unidad de calentamiento a temperatura elevada (3).

10. Instalación según la reivindicación 9, caracterizada por el hecho de que comprende al menos:

- una unidad de prelavado (5) anterior a la unidad de calentamiento a temperatura elevada (3); y/o
- 10 - una unidad de calentamiento a temperatura elevada (3) comprendiendo un horno, y medios de enfriamiento del residuo a la salida del horno; y/o
- una unidad de mezcla y de dosificación (53) de los residuos de distintas procedencias anterior a la unidad de calentamiento a temperatura elevada (3); y/o
- una unidad de lavado (35) provista con un depósito de neutralización equipado con medios de burbujeo (67) de un
- 15 gas montados por el fondo del depósito, preferiblemente dichos medios de burbujeo (67) se conectan a una fuente de suministro del gas (65) constituida por un recuperador de humos extraídos de la chimenea de un incinerador.

Figura única

