

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 453 104**

51 Int. Cl.:

C01B 25/222 (2006.01)

C01B 25/26 (2006.01)

C01B 25/32 (2006.01)

C01B 25/45 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2009 E 09795696 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2014 EP 2509916**

54 Título: **Procedimiento para la producción de fosfatos y de compuestos que contienen fosfato, especialmente fosfatos alcalinotérreos, silicofosfatos alcalinotérreos, respectivamente óxidos alcalinotérreos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.04.2014

73 Titular/es:

KLOSE, INGEBORG (50.0%)
Amselweg 27
56626 Andernach, DE y
ZEPKE, FRANK (50.0%)

72 Inventor/es:

KLOSE, SIEGFRIED

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 453 104 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 fosfatos y de compuestos que contienen fosfato, especialmente fosfatos alcalinotérreos, silicofosfatos alcalinotérreos, respectivamente óxidos alcalinotérreos

Aspecto técnico

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la producción de fosfatos y compuestos que contienen fosfato, especialmente fosfatos alcalinotérreos, silicofosfatos alcalinotérreos y óxidos alcalinotérreos, conforme al preámbulo de la reivindicación 1.

Estado de la técnica

- 10 Los fosfatos juegan un importante papel en la producción de diferentes productos químicos, como por ejemplo fertilizantes, aditivos para detergentes, sustancias aditivas para alimentos, piensos, agentes anticorrosivos. Desde el punto de vista químico, los fosfatos son sales y ésteres del ácido orto-fosfórico. Los fosfatos se obtienen a partir de yacimientos volcánicos o sedimentarios. Tales existencias se agotarán sin embargo en tiempos previsibles, de manera que hay que contar con una carencia de fosfatos y de un incremento de precios. Por lo tanto, se intenta con gran esfuerzo aislar fosfato a partir de lodos de aguas residuales para asegurar la disponibilidad de fosfato.

- 15 Los principales yacimientos de fosfatos de origen natural se encuentran en el norte de África, Marruecos, Sahara Occidental, en la península de Kola, en Rusia, Florida, Sudáfrica y China. Otros yacimientos existen también en Arabia Saudí, otros lugares distintos de extracción ya se han agotado.

- 20 Los recursos de fosfatos citados anteriormente, se agotarán en tiempo previsible, tal como se ha mencionado al inicio. También existe un grave problema en que la mayoría de estas fuentes minerales están cargadas con cadmio y otros metales pesados. Muchos países industriales ya han introducido un valor límite para la concentración de cadmio en los fertilizantes. Únicamente se conoce una zona de extracción, Kola, en la que la apatita está por debajo de los valores límite de cadmio y metales pesados admitidos dentro de la Comunidad Europea. Como consecuencia, aumentan drásticamente los precios de los fosfatos y de los productos preparados a partir de ellos, especialmente fertilizantes. Por consiguiente, hay que considerar cada vez con más fuerza acudir a fosfatos de fuentes no cargadas.

25 La obtención de fosfatos a partir de lodos de aguas residuales conduce lamentablemente a cantidades y calidades no satisfactorias. Además, la complejidad para la producción de fosfatos precipitados y enriquecidos de forma físico biológica y liberados de metales pesados, a partir de los lodos de aguas residuales, es muy elevada y requiere mucha energía.

- 30 Es conocido que los huesos y las espinas presentan un elevado contenido mineral y se componen sobre todo de calcio y fosfato. En la incineración de huesos o espinas se obtiene una ceniza ósea porosa, de color blanco grisáceo, la cual se compone de aproximadamente 80% de fosfato de calcio, 6,6% de carbonato de calcio y aproximadamente 1,4% de fosfato de magnesio. Hasta el momento, no se ha tenido en cuenta esta fuente natural de fosfatos para la producción precisa de fosfato.

- 35 La producción de fosfatos a partir de material orgánico es conocida. Compárese, por ejemplo, los documentos D1 (Wo 2009/039864 A1), DE 103 12 603 B4, DE 102 23 657 B4, DE 101 24 073 B4, DE 101 40 312 A1, DE 100 30 550 A1 ó el documento JP 2003-176189. Estos documentos, sin embargo, o bien no tratan de la producción de fosfatos o describen procedimientos de una sola etapa, los cuales no son comparables con el procedimiento de dos etapas conforme a la invención, conforme a la presente invención.

- 40 Exposición de la invención

La presente invención tiene por objeto poner a disposición un procedimiento para la producción de fosfatos y/o de compuestos que contienen fosfato, con el cual los fosfatos y/o compuestos que contienen fosfato, así producidos, se puedan producir con gran rendimiento y pureza de manera rápida, barata y eficiente.

Este problema se soluciona por un procedimiento con las características de la reivindicación 1.

- 45 Con el procedimiento de dos etapas conforme a la invención es posible evitar las desventajas existentes hasta el momento en la producción de fosfatos a partir de yacimientos naturales y otras fuentes. Especialmente se obtienen fosfatos con elevado rendimiento y en forma químicamente casi pura. Los fosfatos producidos con el procedimiento conforme a la invención están casi exentos de cadmio y de metales pesados que aparecen en el producto final únicamente en proporciones inocuas, muy por debajo de cualquier valor límite. Las impurezas de cadmio y cargas de metales pesados como las que están contenidas en los recursos de fosfato de origen natural se evitan con el procedimiento conforme a la invención. Por la invención se pone a disposición un procedimiento rápido y eficiente en costes para la producción de fosfato, respectivamente de compuestos que contienen fosfato.

Con el procedimiento descrito se puede producir, además, ácido fosfórico químicamente puro.

El procedimiento conforme a la invención para la producción de fosfatos y/o compuestos que contienen fosfato, especialmente fosfatos alcalinotérreos y silicofosfatos alcalinotérreos y óxidos alcalinotérreos comprende las etapas:

- 5 (a) calentamiento de huesos y/o espinas o de una composición de estos componentes en una pirolisis bajo exclusión de oxígeno y bajo condiciones reductoras, a temperaturas entre 500 a 1100°C, en donde entre otros se originan gases ricos en energía, vapores y carbono,
- (b) combustión posterior del carbono originado en la etapa (a) bajo condiciones oxidantes en una etapa de oxidación, en la cual se origina un residuo inorgánico de carbonatos alcalinotérreos y óxidos alcalinotérreos, así como de fosfatos alcalinotérreos.

10 Los fosfatos alcalinotérreos de elevada pureza obtenidos son adecuados como fertilizantes o para la ulterior elaboración a ácido fosfórico.

15 En la primera etapa (a) los huesos y las espinas, bajo condiciones reductoras a temperaturas entre aproximadamente 500 a aproximadamente 1100°C, se descomponen en sus componentes orgánicos e inorgánicos. Los huesos o las espinas se muelen previamente en forma gruesa. Por ello, las cadenas moleculares orgánicas se rompen y se originan esencialmente gases ricos en energía, tales como hidrógeno, monóxido de carbono y metano. La energía ligada a estos gases se puede aprovechar, por ejemplo, para la producción de corriente eléctrica.

20 Los inventores han comprobado, que el residuo inorgánico de la etapa (a) se compone predominantemente de carbonato de calcio y carbonato de magnesio y/u óxido de calcio y óxido de magnesio, así como de diversos fosfatos de calcio junto con un considerable contenido entre 5 y 20% de carbono puro. Este carbono se quema de forma oxidante en una segunda etapa (b), en donde se liberan nuevamente considerables cantidades de energía. Finalmente, queda remanente un residuo inorgánico de carbonatos y óxidos alcalinotérreos, así como de fosfatos alcalinotérreos, el cual está casi completamente exento de sustancias orgánicas y especialmente exento de gérmenes nocivos tales como, por ejemplo, priones.

La primera etapa (a) se lleva a cabo preferentemente a una temperatura de 700 a 900°C. A estas temperaturas el rendimiento en fosfato, respectivamente en compuestos que contienen fosfato, es máximo.

25 Además, ha resultado ventajoso si las mezclas de reacción, antes de la reacción se voltean con adecuadas medidas técnicas (por ejemplo mecanismos de agitación, mecanismo de volteo), antes de finalizar la etapa (a) y/o al comienzo de la etapa (b). Por ello se pueden alcanzar energías y rendimientos en fosfato más elevados. El procedimiento se hace más eficiente.

30 Al procedimiento se pueden añadir, además, compuestos de magnesio o compuestos de potasio. La adición precisa de magnesita bruta ($MgCO_3$) lleva al enriquecimiento controlado del sólido mineral Mg, respectivamente MgO . Preferentemente, se añade una cantidad de 10 a 40%, preferentemente 25% de $MgCO_3$, lo que lleva a un contenido de MgO de aproximadamente 10% de MgO . Esto tiene cada vez mayor significado para el uso agrícola en el sentido de la alimentación vegetal y animal. En otra forma de ejecución, a los huesos y/o las espinas, respectivamente composiciones de éstos, se pueden añadir composiciones orgánicas minerales de potasio. Estás proceden, por ejemplo, de la esterificación o transesterificación de grasas y aceites de origen vegetal o animal. En este caso, como producto secundario se originan compuestos de potasio con proporciones significativas de diferentes ácidos grasos. Esto último lleva a una ulterior mejora del balance energético del procedimiento conforme a la invención. El potasio se presenta al final del proceso en forma de compuestos inorgánicos de potasio ligados, por ejemplo, a carbonatos y/o sulfatos y/o fosfatos. Por ello se puede preparar, por ejemplo, un fertilizante de fosfato-potasio-cal-magnesio adecuado para el cultivo de plantas. Preferentemente, los compuestos de potasio minerales, orgánicos, se añaden antes de la fase reductora.

45 En una forma de ejecución preferida, a los huesos y/o las espinas, respectivamente composiciones de ellos, se añaden compuestos de silicio, por ejemplo en forma de vidrio soluble, tierra de diatoméas y/o perlita. A las temperaturas del procedimiento se llega a una descomposición de estos compuestos de silicio y finalmente a una unión con los metales alcalinotérreos y los fosfatos dando silicofosfatos alcalinotérreos. Estos compuestos son particularmente adecuados para la utilización como fertilizantes para la mejora de suelos pobres en minerales.

50 Por adición de compuestos de silicio, como los que se conocen por ejemplo a partir de las tierras de diatomeas, durante la posterior combustión oxidante tiene lugar la formación de los denominados complejos de silicofosfatos alcalinotérreos. Las solubilidades del fosfato que se presentan en este caso corresponden en su composición y en su disponibilidad global a los conocidos fosfatos calcinados, tal como por ejemplo al fosfato de Renania. Los compuestos de calcio y de magnesio de actividad básica se presentan, según la temperatura elegida, como carbonatos (a una temperatura inferior < 900°C) u óxidos (a una temperatura > 900°C).

55 La energía obtenida en las etapas (a) y/o (b) se puede reciclar de nuevo al procedimiento. Preferentemente, los gases, respectivamente vapores originados por el calentamiento de los componentes orgánicos de los huesos, se queman. Los gases y vapores se pueden utilizar para calentar los huesos, las espinas y los eventuales aditivos empleados.

Los fosfatos, respectivamente compuestos que contienen fosfato, producidos por el procedimiento, son principalmente fosfatos di- y tri-cálcicos.

5 La pureza química de los compuestos de fosfato y de silicofosfato, así como de los compuestos de magnesio obtenidos a partir de huesos de animales y espinas, es claramente superior en cuanto a las proporciones de metales pesados que las de todos los fosfatos de origen natural de los yacimientos mencionados al principio. Esto concierne especialmente a la proporción del elemento cadmio en comparación con los elevados valores, que en parte son superiores a los valores límite de las concentraciones de cadmio, en el caso de los fosfatos de sedimentación.

10 El procedimiento conforme a la invención es también adecuado para la eliminación de metales pesados. Metales pesados son, por ejemplo, plomo, cadmio, cromo, cobre, níquel, cinc y mercurio. Durante la pirolisis en la primera etapa bajo condiciones reductoras y exclusión de oxígeno, cantidades considerables de los metales pesados pasan a la fase gaseosa y se eliminan. Otra reducción más de los metales pesados tiene lugar en la subsiguiente etapa de oxidación. El resultado es un producto de elevada pureza con una escasa proporción de metales pesados.

15 Por el reciclado de la energía obtenida en las etapas (a) y (b), el procedimiento se puede llevar de forma totalmente automática. Únicamente en la fase de puesta en servicio es necesario un aporte de energía externa. Las dos etapas (a) y (b) del procedimiento también pueden tener lugar en los mismos recipientes de reacción o sucesivamente en recipientes diferentes (procedimiento discontinuo).

20 El procedimiento conforme a la invención para la obtención de fosfatos de alto valor, junto con el aprovechamiento de la energía a partir de huesos y espinas de origen animal, puede contribuir para una relajación global en la carrera por reservas de materias primas, especialmente en la producción de fosfatos. A partir de 1.000.000 t/a de huesos y espinas que se pueden disponer de los desperdicios de mataderos, se pueden obtener por ejemplo 150.00 t/a de fosfato (P_2O_5). Con ello se pueden resolver muchos de los problemas que se originen en un futuro, o ya existentes, en lo referente a las existencias de fosfatos. El balance energético positivo del procedimiento proporciona, además, una contribución al diseño económico y ecológico del proceso del procedimiento conforme a la invención.

25 La obtención de fosfatos a partir de lodos de aguas residuales es muy caro y complejo y no aporta ninguna solución satisfactoria. Con el procedimiento conforme a la invención es posible contribuir de manera sencilla y rápida a la obtención de fosfato, respectivamente compuestos que contienen fosfato. Los productos individuales producidos por el procedimiento se pueden seguir elaborando de forma diferente según el campo de aplicación. Por ejemplo, un tratamiento de los fosfatos alcalinotérricos obtenidos con ácido sulfúrico para alimentación puede llevar a un ácido fosfórico casi químicamente puro. Los rendimientos y grados de pureza conseguidos con el procedimiento conforme a la invención no se pueden alcanzar con las reservas mundiales de fosfato existentes.

La invención encuentra aplicación en la producción de fertilizantes, productos cosméticos, detergentes, productos farmacéuticos, productos alimentarios, productos para piensos y demás productos químicos que contienen fosfato.

Una posible variante de la invención se ilustra en el siguiente esquema.

35 Los huesos y/o las espinas se disponen primero en un alimentador de caja 10 y con un tubo rotatorio 12 se voltean antes de la primera etapa (a). En un dispositivo de pirolisis 13 tiene lugar bajo condiciones reductoras un calentamiento térmico de los huesos, respectivamente las espinas, a temperaturas elevadas (preferentemente entre 500 y 1100°C). Después de esta primera etapa del procedimiento la masa de reacción se voltea de nuevo en un segundo tubo giratorio 14 y se lleva a otro aparato para la posterior combustión oxidante 15. Tal como se menciona al principio, la segunda etapa (b) del procedimiento también se puede llevar a cabo en el mismo recipiente.

40 La posterior combustión oxidante tiene lugar a temperaturas entre 500 y 1200°C. Los gases y vapores ricos en energía que se originan en la primera y segunda etapas se captan a través de las salidas 19, 21 del sistema de aparatos 13, 14 para la elaboración de la energía.

45 Los fosfatos, respectivamente compuestos que contienen fosfato (fosfatos alcalinotérricos) producidos después de la segunda etapa del procedimiento se pueden reunir a través de diferentes sistemas de aparatos 16, según el campo de aplicación, o seguir elaborándose.

Para la obtención de energía se ha previsto una cámara 20 para la posterior combustión, en la cual los gases 23 se aportan finalmente a un generador de vapor 22. Además, se representan piezas de montaje preferentes, especialmente un filtro 24 y una chimenea 26. El polvo que se origina en la filtración se puede recoger en un depósito para polvo 27.

50 Ejemplo 1

55 Los huesos y desperdicios de matadero se trataron en una primera etapa (a) a diferentes temperaturas (variantes de ensayo V1, V2, V3) bajo condiciones reductoras. A continuación, muestras de la misma variante de ensayo se quemaron posteriormente en condiciones oxidantes en una segunda etapa (b) (variantes de ensayo V1.1, V2.2, V3.1). Para cada variante de ensayo se determinó la solubilidad del fosfato después del tratamiento reductor y de la posterior combustión oxidante.

En este caso se puso de manifiesto que por la conexión posterior de la etapa de posterior combustión oxidante (etapa (b)) se puede incrementar la cantidad de fosfato soluble en ácidos minerales.

5 En la Tabla 1 se muestran las solubilidades del fosfato después del tratamiento reductor de huesos de carne a diferentes temperaturas y posteriores combustiones oxidantes. Las variantes de ensayo se representan de forma correspondiente a los tratamientos reductores y oxidantes.

Tabla 1:

Variante de ensayo	reductor			
	V1	V2	V3	V4
Temperatura	500°C	700°C	900°C	1100°C
Fosfato en forma de P ₂ O ₅	%	%	%	%
Fosfato soluble en ácidos minerales	30,0	33,6	34,4	33,7
Fosfato soluble en ácido fórmico al 2%	28,7	30,0	30,0	29,0
Fosfato soluble en ácido cítrico al 2%	24,9	23,7	23,3	21,6
Fosfato alcalino soluble en citrato amónico	3,1	2,7	2,7	2,0

Variante de ensayo	oxidante		
	V1.1	V2.1	V3.1
Temperatura	850°C	850°C	850°C
Fosfato en forma de P ₂ O ₅	%	%	%
Fosfato soluble en ácidos minerales	39,5	40,2	40,4
Fosfato soluble en ácido fórmico al 2%	21,8	17,7	19,5
Fosfato soluble en ácido cítrico al 2%	16,9	13,9	14,8
Fosfato alcalino soluble en citrato amónico	2,9	2,3	2,0

10 Los contenidos de fosfato en los residuos se encuentran en la fase reductora entre 31,0 (V1) y 34,4% de P₂O₅ (V3). Por lo tanto, el rendimiento óptimo en P₂O₅ se encuentra para la etapa (a) del procedimiento a temperaturas entre 700°C (V2) y 900°C (V3). Temperaturas superiores no muestran aumento significativo alguno de P₂O₅. Los fosfatos dicálcicos (fosfato alcalino soluble en citrato amónico) y los fosfatos tricálcicos (fosfato soluble en ácido fórmico/ácido cítrico, al 2%), así como los fosfatos solubles en ácidos minerales, valiosos para la nutrición de plantas así como para otras aplicaciones, se encuentran en cantidades significativas.

15 Además, se pudo comprobar que en la fase oxidante todo el carbono residual se convierte en energía térmica. La forma de los enlaces del P₂O₅ sufre bajo condiciones oxidantes un desplazamiento hacia los fosfatos tricálcicos.

20 En la fase de tratamiento oxidante de la etapa (b) se incrementa la concentración total de P₂O₅ en valores comprendidos entre 19,6 y 27,4%. Las variantes V2.1 y V3.1 del procedimiento presentan además concentraciones de P₂O₅ superiores al 40%. En todo caso, estos altos valores se encuentran en la naturaleza en las apatitas volcánicas (por ejemplo apatita-Kola)

Ejemplo 2:

25 En referencia al método operativo del procedimiento descrito en el ejemplo 1, se determinó el contenido total de carbono (TC) después del tratamiento reductor de huesos de carne a diferentes temperaturas o en posteriores combustiones oxidantes, así como el desarrollo de los contenidos de sustancias inorgánicas. Las variantes de ensayo individuales se representan en la Tabla 2 de forma correspondiente al tratamiento reductor y oxidante.

Tabla 2:

	reductor			
Variante de ensayo	V1	V2	V3	V4
Temperatura	500°C	700°C	900°C	1100°C
Carbono total y sustancias orgánicas en	%	%	%	%
Carbono total (TC)	15,1	13,3	11,3	10,9
Sustancia orgánica	20,7	16,7	13,6	15,9

	oxidante		
Variante de ensayo	V1.1	V2.1	V3.1
Temperatura	850°C	850°C	850°C
Carbono total y sustancias orgánicas en	%	%	%
Carbono total (TC)	0,6	1,2	1,5
Sustancia orgánica	0,5	0,8	0,8

5 Claramente reconocible es, que después de la posterior combustión oxidante todo el carbono (TC) y la sustancia orgánica se transformó casi por completo en energía térmica. Después de la primera etapa (a) del procedimiento los contenidos de carbono residual en la primera fase oscilaron entre 10,9% a una temperatura de 1100°C y en 15,1% a una temperatura de 500°C. La misma tendencia se puede ver en el contenido de sustancias orgánicas

Ejemplo 3:

10 Una ventaja del fosfato, respectivamente del compuesto que contiene fosfato producido conforme a la invención se encuentra en que los compuestos de fosfato, así obtenidos, solo presentan cantidades muy pequeñas de metales pesados. Las fuentes de fosfato naturales están claramente cargadas con metales pesados, especialmente con cadmio.

15 En la Tabla 3 se exponen los contenidos de metales pesados en forma sólida después del tratamiento reductor de huesos de carne a diferentes temperaturas y posterior combustión oxidante, en comparación con fosfatos brutos, como los que se pueden obtener a partir de los recursos disponibles hasta el momento. Además, se exponen los valores límite admitidos según la Ordenanza para Fertilizantes alemana (DünVO/03)

Tabla 3:

		reductor			
Variante de ensayo		V1	V2	V3	V4
Temperatura		500°C	700°C	900°C	1100°C
Contenidos de metales pesados en		ppm	ppm	ppm	ppm
Arsénico	As	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00
Plomo	Pb	2,77	1,96	1,90	2,50
Cadmio	Cd	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Mercurio	Hg	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Talio	Tl	0,745	0,50	0,50	<0,50

		oxidante		
Variante de ensayo		V1.1	V2.1	V3.1
Temperatura		850°C	850°C	850°C
Carbono total y sustancias orgánicas en		ppm	ppm	ppm
Arsénico	As	2,61	< 2,00	< 2,00
Plomo	Pb	2,98	< 1,00	< 1,00
Cadmio	Cd	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Mercurio	Hg	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Talio	Tl	< 0,50	< 0,50	< 0,50

Variante de ensayo		Marruecos	Argel	Israel	Valores límite
Temperatura		bruto	bruto	bruto	Dün VO/03
Contenido de metales pesados en		ppm	ppm	ppm	ppm
Arsénico	As	13,3	4,05	k.A.	40
Plomo	Pb	3,54	3,62	k.A.	150
Cadmio	Cd	22,0	19,0	4,0	1,5
Mercurio	Hg	< 0,05	< 0,05	k.A.	1
Talio	Tl	< 0,05	2,12	k.A.	1

* valores típicos

- 5 Claramente reconocible es, que ya después de la primera etapa del proceso del procedimiento conforme a la invención casi no se puede detectar cadmio alguno en las variantes de ensayo individuales. Los contenidos de metales pesados en los fosfatos de Marruecos, Argelia, Israel se encuentran claramente por encima de los valores de los productos producidos conforme a la invención. En parte, se encuentran también claramente por encima de los valores límite admitidos, de manera que los fosfatos de estas regiones no se pueden utilizar sin tratamiento posterior, por ejemplo para su empleo como fertilizantes. El fosfato producido conforme a la invención es en alto grado químicamente puro.

Ejemplo 4:

La siguiente Tabla 4 representa la prioridad de un procedimiento alternativo conforme a la invención. Muchas de las reservas de los recursos de fosfato, ya no estarán, en breve / a medio plazo, disponibles.

15 **Tabla 4**

		Marruecos	Túnez	Jordania	Israel	Sudáfrica	Rusia	EE.UU.	China
Reservas	%	34	k.A.	5	k.A.	9	k.A.	6	39
Producción	%	17	5	k.A.	k.A.	k.A.	7	26	21

Muchas de las reservas de fosfatos están ya agotadas o se agotarán en los próximos años, respectivamente decenas de años. Cabe esperar, que los precios subirán drásticamente sin la puesta a punto de un procedimiento alternativo.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la producción de fosfatos y/o compuestos que contienen fosfato, constituido por las etapas:
- 5 (a) calentamiento de huesos y/o espinas o de una composición de estos componentes bajo la exclusión de oxígeno, a temperaturas entre 500 a 1100°C,
- (b) posterior combustión del carbono originado en la etapa (a) bajo condiciones oxidantes a temperaturas entre 500 a 1200°C.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la etapa (a) se lleva a cabo a una temperatura entre 700°C y 900°C.
- 10 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** los huesos y/o las espinas, respectivamente la composición, se voltean antes de la etapa (a) y/o de la etapa (b).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** a los huesos y/o las espinas, respectivamente a la composición, se añaden compuestos de magnesio y/o compuestos de potasio.
- 15 5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** se añade 10 a 40%, preferentemente 25% de MgCO₃.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** a los huesos y/o las espinas, respectivamente a la composición de estos, se añaden compuestos de silicio, por ejemplo en forma de vidrio soluble, tierra de diatomáceas y/o perlita.
- 20 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la etapa (a) y la etapa (b) se llevan a cabo en el mismo recipiente de reacción.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** la energía obtenida en la etapa (a) y/o en la etapa (b) se reciclan al procedimiento.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** los gases que se originan en la etapa (a) se separan por aspiración y se desulfuran.
- 25 10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado porque** la desulfuración se efectúa con ayuda de bacterias de azufre.

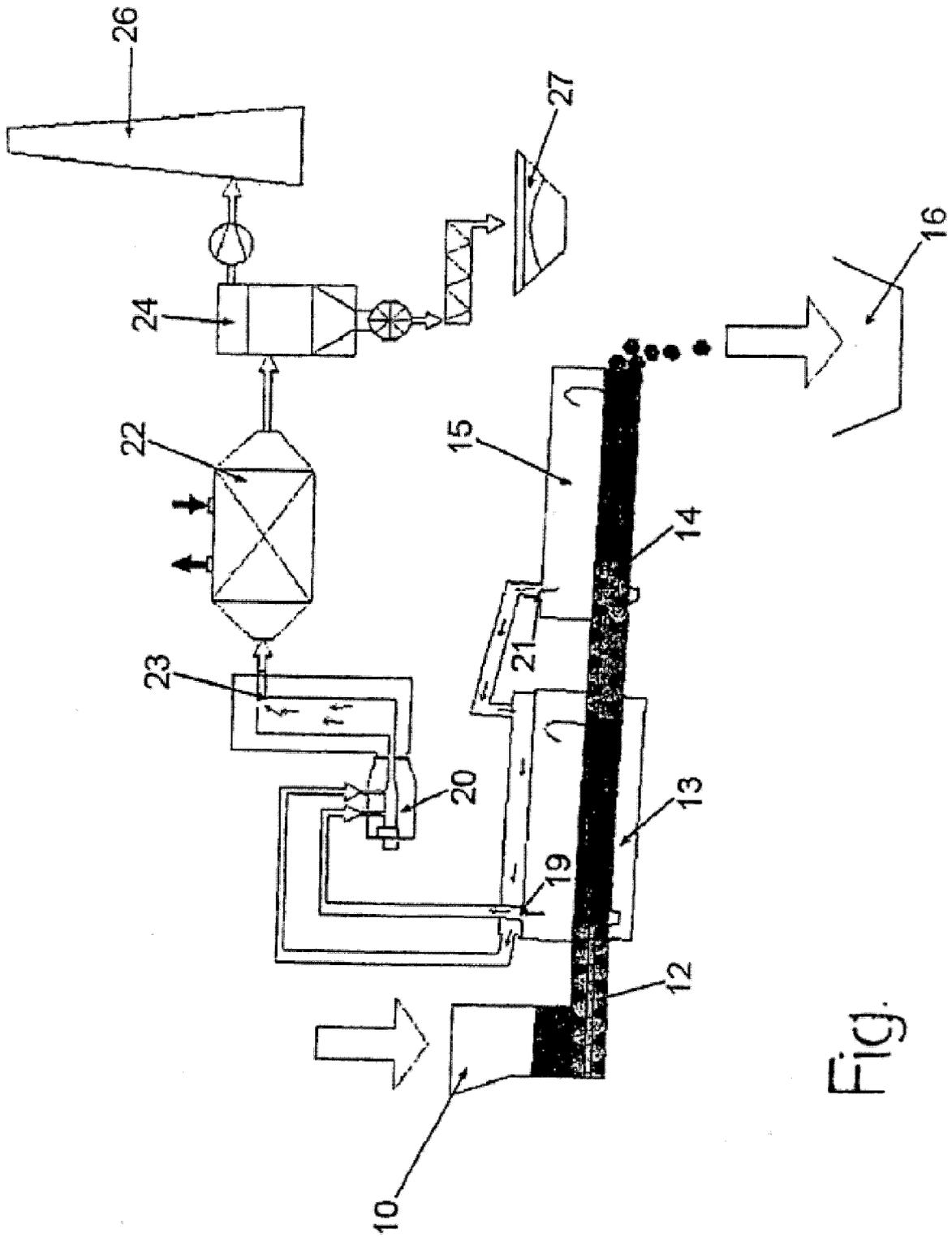


Fig.