

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 007 511**

51 Int. Cl.:

C04B 7/47

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2021** **E 21217500 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2024** **EP 4201908**

54 Título: **Dispositivo y método para la fabricación de clínker de cemento y arcilla calcinada**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.03.2025

73 Titular/es:

HEIDELBERG MATERIALS AG (100.00%)
Berliner Straße 6
69120 Heidelberg, DE

72 Inventor/es:

REINDL, BERNHARD;
KLEINSORGE, BERNHARD y
CLEMENZI, MAURO

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 3 007 511 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 método para la fabricación de clínker de cemento y arcilla calcinada

La presente invención se refiere a un dispositivo y a un método para la fabricación simultánea de arcilla calcinada y clínker de cemento en líneas de producción separadas con transferencia de calor entre las líneas de producción.

5 El cemento es un material versátil que se usa ampliamente en la construcción. Sin embargo, la fabricación de cemento portland ordinario, el cemento más común, es un proceso intensivo en términos de uso energía que se cree que es responsable de una cantidad considerable de emisiones de dióxido de carbono causadas por el ser humano. Se ha hecho un gran esfuerzo para reducir la huella de carbono y también para minimizar el uso de recursos naturales. Las propuestas exitosas son especialmente el uso de residuos como combustible, la optimización de las condiciones de fabricación, el uso
10 de residuos como materias primas sustitutivas, la sustitución del clínker por materiales puzolánicos y/o hidráulicos latentes, en particular los derivados a partir de residuos, la optimización de la composición de aglutinante y también el reciclaje del hormigón demolido. Además, se examinan diligentemente cementos alternativos. Todos estos enfoques proporcionan avances, pero muchos de ellos se enfrentan a límites debidos a una menor disponibilidad de residuos adecuados y al cumplimiento requerido de las necesidades de seguridad y estandarización.

15 Un material cementoso suplementario (abreviado SCM en el presente documento) interesante para sustituir el clínker de cemento es la arcilla calcinada. El interés en la arcilla calcinada ha aumentado considerablemente en los últimos años debido a la demanda fuertemente creciente de SCM y a la disminución de la disponibilidad de escoria y cenizas volantes, los SCMs más comunes. Sin embargo, la calcinación de la arcilla en sí misma es un proceso intensivo en términos de uso de energía. Los dispositivos habituales para calcinar arcilla son hornos rotativos y calcinadores flash. Puede encontrarse información, por ejemplo, en "A focus on flash calcining", Int. Cement Review enero de 2021 y "Clay calcining technologies: the rotary kiln approach", Int. Cement Review, agosto de 2021. Una propuesta temprana para el uso de la calcinación flash se encuentra en el documento US 6.168.424 B1. Además, el documento DE 10 2016 005 285 B3 describe un método mejorado para calcinar arcilla usando un precalentador ciclónico y un reactor de corriente paralela para la calcinación. El aire para la calcinación en el reactor de corriente paralela puede ser aire ambiente o aire de recuperación procedente de la planta de cemento. Una propuesta reciente para mejorar la utilización de la energía se describe en el documento WO 2021/124261 A1. En este documento, la fabricación de arcilla y cemento se combinan para hacer que el calor producido en una etapa sea útil para la otra. Se señala que la calcinación de la arcilla en un horno rotatorio usando el calor procedente desde el enfriador de clínker permite reducir los costes de inversión y operativos en comparación con el uso de un calcinador flash. Esto se atribuye principalmente a los costes de inversión generalmente más bajos, especialmente cuando puede usarse un horno cerrado, y a una mayor flexibilidad para el tamaño de partícula y el contenido de humedad de la materia prima de arcilla. Por otra parte, tal como se describe en los documentos indicados anteriormente, la calcinación flash permite un control más estricto de las condiciones de calcinación, lo que puede ser esencial para proporcionar arcilla calcinada con una actividad puzolánica apropiada. Por consiguiente, no está claro qué dispositivo y qué proceso son mejores para calcinar la arcilla.

35 Además, siempre existe el objetivo de ahorrar más energía y recursos naturales.

Sorprendentemente, ahora se ha descubierto que un dispositivo y un método para la fabricación combinada de clínker de cemento y arcilla calcinada usando aire caliente procedente del enfriamiento del clínker de cemento para la calcinación de arcilla en un calcinador flash y la recirculación del gas de escape del calcinador flash al precalentamiento y/o calcinación de la harina cruda del clínker de cemento es capaz de reducir sustancialmente la demanda total de energía al tiempo que permite establecer condiciones óptimas para la calcinación de la arcilla.

40 El objeto anterior se consigue de esta manera mediante un método para la fabricación combinada de clínker de cemento y arcilla calcinada,

en el que el clínker de cemento se produce mediante las etapas de:

45 proporcionar una harina cruda de cemento, precalentar la harina cruda de cemento para proporcionar harina cruda de cemento precalentada,

precalcinar la harina cruda de cemento precalentada para proporcionar harina cruda de cemento precalcificada,

sinterizar la harina cruda de cemento precalcificada en un horno rotativo para proporcionar el clínker de cemento, y

enfriar el clínker de cemento con una corriente de gas a contracorriente que proporciona aire caliente, y en el que la arcilla calcinada se produce mediante las etapas de:

50 proporcionar una materia prima de arcilla, si es necesario molida y/o secada,

precalentar la materia prima de arcilla para proporcionar una materia prima de arcilla precalentada, y calcinar la materia prima de arcilla precalentada suspendida en gas caliente en un calcinador flash para proporcionar la arcilla calcinada,

5 en el que el aire caliente procedente del enfriamiento del clínker de cemento se divide en al menos dos corrientes, una primera corriente de aire de combustión usada en la sinterización de la harina cruda de cemento precalcinada y una segunda corriente de aire de combustión usada en la calcinación de la materia prima de arcilla precalentada, y en el que el gas de escape procedente de la calcinación de la materia prima de arcilla precalcinada se alimenta a la calcinación de la harina cruda de cemento precalcinada. El objeto se consigue además mediante un dispositivo para la fabricación combinada de clínker de cemento y arcilla calcinada, que comprende una línea de fabricación de clínker de cemento y una línea de calcinación de arcilla, en el que la línea de fabricación de clínker de cemento comprende un precalentador de harina cruda de cemento y una sección de calcinador equipada con dos o más ciclones para precalentar la harina cruda de cemento y un calcinador que comprende un quemador de calcinador o una cámara de combustión que suministra gas calentado a la sección de calcinador para precalcinarse la harina cruda de cemento precalcinada, un horno rotativo para sinterizar la harina cruda de cemento precalcinada en clínker de cemento equipado con un quemador de horno, y un enfriador de clínker de cemento equipado con un suministro de aire y medios para dividir el aire caliente que ha pasado por el enfriador de clínker en al menos dos corrientes, y en el que la línea de calcinación de arcilla comprende una sección de intercambio de calor equipada con al menos dos ciclones para precalentar una materia prima de arcilla, un ventilador para superar la caída de presión adicional del intercambiador de calor y una sección para separar la arcilla calcinada del aire, y un calcinador flash como una sección de calcinación de arcilla adaptado para calcinar la materia prima de arcilla suspendida en aire y equipado con un quemador de calcinación de arcilla, en el que una parte del aire caliente procedente del enfriador de clínker se alimenta a la sección de calcinación de arcilla como un segundo aire de combustión; y un gas de escape procedente de la sección de calcinación de arcilla se retroalimenta a la calcinación de harina cruda de cemento donde se usa como un primer aire de combustión en el quemador o la cámara de combustión del calcinador

Los componentes usados en el dispositivo según la invención son conocidos de por sí. Además, una persona experta en la técnica conoce las condiciones adecuadas para llevar a cabo las etapas del método según la invención. La novedosa combinación de los dos procesos y líneas de producción tiene varias ventajas.

25 El dispositivo y el método según la invención reducen significativamente la demanda total de energía para la fabricación de clínker de cemento y arcilla calcinada mediante el uso de gas de escape caliente procedente del enfriamiento del clínker de cemento como aire de combustión en la calcinación de arcilla. La calcinación de arcilla se beneficia de la posibilidad de ajustar con precisión la temperatura de calcinación mediante el uso de una calcinación flash. El intercambio de calor entre la materia prima de arcilla y el gas de escape procedente de la sección de calcinación de arcilla permite usar un simple ventilador de succión para alimentar el gas a la calcinación de la harina cruda del clínker de cemento. Solo se necesitan cambios muy menores para adaptar una línea de fabricación de clínker de cemento existente mediante la integración de la calcinación de arcilla y, de esta manera, transformar la planta en un dispositivo según la invención.

Otra gran ventaja es que la invención evita sistemas de control de emisiones muy caros para SO_x y otras emisiones generadas en el proceso de calcinación de arcilla.

35 El SO_x , es decir, SO_2 y/o SO_3 , generado tanto a partir del sulfato presente en la arcilla como del azufre presente en los combustibles no se lava en el proceso de calcinación de la arcilla, ya que no hay presente ningún material básico, tal como cal libre. En el caso de una unidad de calcinación de arcilla independiente, esto conduciría potencialmente a emisiones muy altas de SO_x que requerirían un costoso sistema de lavado para el control de emisiones. Al redirigir el gas desde las unidades de calcinación de vuelta al calcinador del horno de clínker de cemento, el gas de combustión será "limpiado" por la cal libre y la piedra caliza presentes en el proceso de calcinación de clínker, reduciendo de esta manera la potencial emisión de SO_x a un valor muy mínimo.

45 Además, pueden generarse emisiones orgánicas en la unidad de calcinación a partir del material orgánico posiblemente presente en la arcilla cruda. Al dirigir el gas desde la línea de calcinación de arcilla de vuelta a la línea de calcinación de clínker, la emisión orgánica se destruirá parcial o totalmente durante el largo tiempo de residencia a alta temperatura del calcinador de clínker.

50 Para otras emisiones, tales como metales pesados y NO_x , se usan los sistemas de control de emisiones existentes. Por ejemplo, la inyección de carbón activado después de la calcinación del clínker para reducir el mercurio y/o para reducir los NO_x en el sistema SNCR (o sistema SCR) del proceso de calcinación del clínker. De esta manera, el método y el dispositivo según la invención tienen la gran ventaja de que no es necesario instalar sistemas de control de emisiones adicionales para SO_x , NO_x , emisiones orgánicas o metales pesados, tales como Hg.

El método y el dispositivo según la invención se explicarán más detalladamente a continuación, incluidas sus realizaciones preferidas. Otras ventajas serán evidentes también a partir de la descripción.

55 Las etapas y líneas de fabricación de cemento corresponden a las etapas y dispositivos habituales usados en la fabricación de cualquier tipo de clínker de cemento Portland, clínker de sulfo-aluminato de calcio y clínker de sulfo-aluminato de calcio-belita. De hecho, una ventaja de la presente invención es que una línea de fabricación de cemento existente puede adaptarse fácilmente con la línea de calcinación de arcilla para convertirla en un dispositivo según la invención.

Como es habitual, la harina cruda de cemento se proporciona en una primera etapa para la fabricación de cemento. Típicamente, las materias primas de cemento se muelen y se mezclan y se secan cuando es necesario para obtener la

harina cruda de cemento. El diseño de la mezcla y los tamaños de partícula se ajustan como de costumbre. Los gases de escape procedentes del proceso de producción de clínker de cemento (horno) se usan normalmente para secar las materias primas de cemento en el proceso de molienda.

5 A continuación, la harina cruda de cemento se precalienta en un flujo a contracorriente con el gas de escape procedente del horno de clínker de cemento. Una sección de precalentamiento útil comprende al menos dos, frecuentemente tres o cuatro, ciclones. Según la invención, el precalentamiento se acopla con una calcinación para descarbonatar una cantidad sustancial del carbonato de calcio en la harina cruda de clínker de cemento precalentada. Típicamente, la descarbonatación no es completa, solo se descarbonata una cantidad menor del carbonato en el horno. El calcinador recibe harina cruda precalentada y gas que se calientan mediante un quemador de calcinador y/o en una cámara de combustión separada conectada al calcinador. El proceso de combustión en el calcinador puede tener lugar con combustibles fósiles convencionales, tales como gas, petróleo y carbón, pero preferiblemente funciona con combustibles alternativos para reducir la huella de carbono del proceso global. Los combustibles alternativos adecuados son, por ejemplo, pero no se limitan a, residuos combustibles municipales, industriales y comerciales, combustibles derivados de residuos y biomasa. Al menos una parte del aire de combustión para el quemador del calcinador o la cámara de combustión es proporcionada por el gas de escape procedente de la calcinación de arcilla. En el interior de la cámara de combustión o a través del quemador del calcinador, el gas de escape se calienta a la temperatura necesaria para la calcinación de la harina cruda del clínker de cemento. Además, todo el calor necesario para la calcinación de la harina cruda del clínker de cemento se añade al quemador del calcinador o a la cámara de combustión usando combustibles, tal como se ha indicado anteriormente. El gas calentado en el quemador del calcinador o en la cámara de combustión se genera en el calcinador de cemento o se alimenta al mismo para iniciar el proceso de calcinación. Una ventaja del uso de una cámara de combustión es que las cenizas que provienen del proceso de combustión pueden dirigirse al proceso de sinterización de clínker en el horno. De esta manera, una cámara de combustión es especialmente adecuada para combustibles sólidos que generan una cantidad sustancial de cenizas. La harina cruda de clínker de cemento precalentada y posteriormente precalcificada comprende típicamente desde un pequeño porcentaje, por ejemplo, del 1 al 5% en peso, hasta el 30 o el 40% en peso de carbonato.

La harina cruda de cemento precalcificada se alimenta al horno rotatorio como de costumbre. En el interior del horno rotatorio se sinteriza para proporcionar clínker de cemento. El quemador del horno puede funcionar también con combustibles fósiles o con combustibles alternativos. Una vez más, es preferible, al menos en parte, el uso de combustibles alternativos. El aire de combustión para el quemador del horno proviene del enfriador de clínker de cemento, tal como se conoce por se.

El clínker de cemento obtenido pasa desde el horno al enfriador, donde se enfría con una corriente de aire a contracorriente. Todos los tipos de enfriador conocidos son útiles, y los preferidos son los enfriadores de rejilla. Según la invención, una parte del aire calentado durante el enfriamiento del clínker de cemento se usa como un primer aire de combustión para sinterizar la harina cruda de clínker de cemento en el horno rotatorio, como de costumbre. Otra parte (aire terciario) puede guiarse directamente al interior del calcinador de harina cruda de clínker de cemento o puede usarse de otra manera, por ejemplo, para secar las materias primas de clínker de cemento, también como de costumbre. A diferencia del procedimiento habitual, una parte del aire caliente procedente del enfriador de clínker de cemento se divide y se usa como un aire de combustión en la calcinación de arcilla.

El clínker de cemento enfriado se procesa como de costumbre, por ejemplo, se muele para obtener cemento con o sin constituyentes adicionales, tales como sulfato. En una realización preferida, el cemento, es decir, el clínker de cemento molido, se mezcla con la arcilla calcinada para proporcionar un cemento compuesto.

Para la línea de calcinación de arcilla, primero se proporciona materia prima de arcilla. La materia prima de arcilla puede tener composiciones muy variables. Las materias primas de arcilla preferidas contienen cantidades sustanciales de minerales de arcilla, tales como caolinita, illita y montmorillonita, siendo la caolinita más preferida. Típicamente, debe contener al menos el 15% en peso, preferiblemente al menos el 20% en peso, más preferiblemente al menos el 30% en peso de minerales de arcilla.

La materia prima de arcilla puede ser preprocesada, si es necesario. Por ejemplo, sin limitarse a, puede secarse a menos del 1% en peso de humedad residual y/o puede molerse a una finura de aproximadamente el 10 al 15% en peso de residuo en un tamiz de 90 µm. Por ejemplo, el gas de salida del horno caliente en combinación con cualquier equipo de molienda factible es útil para esto.

En una realización preferida, las fases no arcillosas, tales como cuarzo y feldespato, se separan, por ejemplo, tal como se describe en el documento EP4001236 A1. De esta manera, se reduce el desgaste de la sección de calcinación de arcilla y se evita un consumo innecesario de energía para calentar el material que no participa en la calcinación.

55 La materia prima de arcilla se precalienta en una sección de intercambio de calor de la línea de calcinación de arcilla. Para ello, se usa un precalentador de ciclón con al menos dos, típicamente tres o cuatro ciclones. La materia prima de arcilla se alimenta a la corriente gaseosa alimentada al interior del ciclón superior. La corriente gaseosa que comprende arcilla calcinada y gas de escape procedente de la calcinación de arcilla se alimenta al ciclón inferior. A partir de eso, la arcilla calcinada se obtiene como una corriente de material sólido y se guía al interior de una sección de enfriamiento, por ejemplo, un intercambiador de calor, preferiblemente un intercambiador de calor ciclónico. La sección de intercambio de calor enfría

5 el gas de escape procedente de la sección de calcinación de arcilla transfiriendo calor a la materia prima de arcilla para precalentar la misma. Típicamente, el intercambio de calor enfría el gas de escape a una temperatura, normalmente < 450°C, lo que permite el uso de un ventilador, preferiblemente un ventilador de refuerzo, para alimentar el gas de escape enfriado a la calcinación de harina cruda de cemento. El uso de un ventilador de refuerzo facilita enormemente la modernización de las líneas de fabricación de cemento existentes con la línea de calcinación de arcilla. En una realización, la línea de calcinación de arcilla comprende una torre de acondicionamiento de gas para proporcionar enfriamiento adicional del gas de escape después de que haya intercambiado calor con la materia prima de arcilla. Preferiblemente, el gas se enfría con agua inyectada en el interior de la torre de acondicionamiento de gas. De esta manera, todavía es posible usar un ventilador rentable para contrarrestar la caída de presión del segundo aire de combustión en la línea de calcinación de arcilla cuando se alimentan grandes cantidades de aire caliente a la línea de calcinación de arcilla para ahorrar combustible para la calcinación flash.

15 La calcinación de la materia prima de arcilla tiene lugar con las partículas de materia prima de arcilla suspendidas en el gas calentado por el quemador de calcinación de arcilla, por lo tanto, en el calcinador flash. La temperatura de calcinación (ajustada a través del quemador) y el tiempo de residencia (ajustado por el caudal volumétrico del gas en el dispositivo) se ajustan para garantizar una deshidroxilación esencialmente completa de las fases de arcilla mientras se evita la cristalización. En el caso de mezclas en fase arcillosa en las que eso no es posible, se define un compromiso adecuado para obtener la actividad puzolánica más alta posible de la arcilla calcinada. Típicamente, son útiles temperaturas comprendidas en el intervalo de 600 a 980°C y tiempos de residencia desde unos pocos segundos, por ejemplo, 1, 2 o 3 segundos, hasta 5 o 10 segundos. La temperatura óptima para una materia prima de arcilla determinada puede determinarse mediante termogravimetría y calorimetría diferencial de barrido. Frecuentemente, una temperatura de 750 a 20 850°C es óptima, pero son posibles límites inferiores de 650 o 700°C o límites superiores de 900 o 950°C o incluso por encima de 980°C. El quemador de calcinación de arcilla puede funcionar con combustibles fósiles y combustibles alternativos. Preferiblemente, funciona con combustibles alternativos. Debido a que el aire de combustión es proporcionado por el aire caliente procedente del enfriador de clínker de cemento, la demanda de energía se reduce sustancialmente en comparación con el uso de aire ambiente o de un gas derivado "solo" a partir del enfriamiento de la arcilla calcinada como la segunda corriente de aire de combustión.

30 La arcilla calcinada, que se separa del gas de escape en la sección del intercambiador de calor y se enfría en una sección para enfriar la arcilla calcinada, normalmente está lista para mezclarse con cemento. La calcinación en suspensión gaseosa evita, de manera segura, la aglomeración de las partículas. La mezcla de la arcilla calcinada con el cemento proporciona el cemento compuesto. Puede conseguirse en cualquier dispositivo conocido, por ejemplo, pero sin limitarse a, en un silo de mezclado, tambor, enfriador, mezclador. La arcilla calcinada puede almacenarse también, por ejemplo, en un silo, antes del mezclado. Además, es posible añadir componentes de cemento adicionales durante el mezclado de cemento y arcilla calcinada, por ejemplo, otros constituyentes, mezclas y/o aditivos. Los otros constituyentes más comunes se describen en la norma EN 197-1, por ejemplo, piedra caliza, cenizas volantes y escoria granulada molida de alto horno. Pueden usarse también otros SCM, tal como cenizas de fondo y escorias de otras fuentes que no sean la fabricación de arrabio. Los aditivos típicos son reductores de agua, (super) plastificantes, retardadores y aceleradores (de fraguado) o potenciadores de la resistencia. Los cementos compuestos realizados a partir de arcilla calcinada obtenida mediante el método según la invención tienen una huella de carbono significativamente reducida.

40 La invención se ilustrará adicionalmente con referencia a las figuras adjuntas, sin restringir el alcance a las realizaciones específicas descritas. La invención incluye todas las combinaciones de características descritas y especialmente preferidas que no se excluyen entre sí.

45 Si no se especifica lo contrario, cualquier cantidad en % o en partes es en peso y, en caso de duda, se refiere al peso total de la composición/mezcla en cuestión. Una caracterización como "aproximadamente", "alrededor de" y expresiones similares con relación a un valor numérico significa que se incluyen valores hasta un 10% más altos y hasta un 10% más bajos, preferiblemente valores hasta un 5% más altos y hasta un 5% más bajos, y en cualquier caso valores al menos hasta un 1% más altos y hasta un 1% más bajos, siendo el valor exacto el valor o límite más preferido. El término "sustancialmente libre" significa que un material particular no se añade a propósito a una composición, y solo está presente en cantidades traza o como una impureza. Tal como se usa en el presente documento, a menos que se indique lo contrario, la expresión "libre de" significa que una composición no comprende un material particular, es decir, la composición comprende el 0 por ciento en peso de dicho material.

50 En las figuras,

La Fig. 1 muestra una primera realización de un dispositivo según la invención,

La Fig. 2 muestra una segunda realización, y

La Fig. 3 muestra una tercera realización.

55 La Figura 1 muestra esquemáticamente un dispositivo según la invención que comprende una línea 10 de fabricación de clínker de cemento y una línea 20 de calcinación de arcilla. La línea 10 de fabricación de clínker de cemento comprende una sección 11 de precalentamiento y calcinación de harina cruda de cemento equipada con tres ciclones 12a, 12b, 12c para precalentar la harina a cruda de cemento y un calcinador 13 que comprende un quemador 14 de calcinador para

5 precalcinan la harina cruda de cemento precalentada. La línea 10 de fabricación de clínker de cemento comprende además un horno 15 rotativo equipado con un quemador 16 de horno para sinterizar la harina cruda de cemento precalcinada en clínker c de cemento. La línea 10 de fabricación de clínker de cemento comprende también un enfriador 17 de clínker de cemento equipado con un suministro 18 de aire y medios para dividir el aire caliente que ha pasado a través del enfriador 17 de clínker en al menos dos corrientes. La línea 20 de calcinación de arcilla comprende una sección 21 de intercambio de calor equipada con tres ciclones 22a, 22b, 22c para precalentar simultáneamente la materia b prima de arcilla y para separar la arcilla d calcinada del aire. La línea 20 de calcinación de arcilla comprende además una sección 23 de calcinación de arcilla adaptada para calcinar la materia prima de arcilla precalentada suspendida en gas. La sección 23 de calcinación de arcilla está equipada con un quemador 24 de calcinación de arcilla. Hay provisto un ventilador 25 para transferir el gas de escape procedente de la sección 23 de calcinación de arcilla al calcinador 13. Se prevé una torre 26 de acondicionamiento de gas equipada con un suministro f de agua para enfriar el gas de escape transferido desde la sección 21 de intercambio de calor a la calcinación 13. Las corrientes de gas y de aire se indican con líneas de puntos y las corrientes de material con líneas continuas en la Figura 1.

15 Para el funcionamiento, la harina a cruda de clínker de cemento se alimenta a la corriente gaseosa que sube desde el ciclón 12b al ciclón 12a. La materia b prima de arcilla se alimenta a la corriente gaseosa que sube desde el ciclón 22b al ciclón 22a. El aire se alimenta al enfriador 17 a través del suministro 18 de gas. El gas e de escape enfriado se descarga desde la línea 10 de fabricación de cemento desde el ciclón 12a y se procede como de costumbre. El calor remanente en los gases e de escape puede usarse, por ejemplo, para secar las materias primas, pero también de otras maneras. Finalmente, el gas e de escape desde la línea 10 de fabricación de cemento se ventilará a la chimenea de la planta, normalmente después de haber sido limpiado de NO_x, SO_x, metales pesados y polvo según sea necesario. Dicha limpieza es conocida per se y puede ocurrir también en y entre los dispositivos mostrados en la Figura 1, por ejemplo, en la torre 26 de acondicionamiento de gas. El clínker c de cemento enfriado sale del enfriador 17 y se procesa también adicionalmente tal como se conoce. La arcilla d calcinada se enfría después de salir de la sección 21 de intercambio de calor y haber sido sacada del ciclón 22c. El gas de escape procedente de la calcinación 23 de arcilla se utiliza para precalentar la materia b prima de arcilla y el gas enfriado se transfiere a la precalcinación 13 de cemento. Los quemadores 14, 16 y 24 se alimentan con combustibles tanto convencionales como alternativos. La alimentación de combustible no se muestra en las figuras. En la configuración mostrada, parte del gas desde el enfriador 17 de clínker de cemento se transfiere a la precalcinación 13 de harina cruda de cemento.

30 El dispositivo mostrado esquemáticamente en la Figura 2 es muy similar a la realización mostrada en la Figura 1, y las mismas partes se designan con los mismos signos de referencia. La diferencia entre la Figura 1 y la Figura 2 es que, debido a que se usan cantidades más pequeñas de aire caliente como segundo aire combustión en la sección 23 de calcinación de arcilla, no se necesita una torre de acondicionamiento de gas. La temperatura del gas de escape que sale del ciclón 22a es lo suficientemente baja como para pasar el mismo al ventilador 25. Por supuesto, esta configuración puede usarse también con una temperatura de gas de escape más alta cuando el ventilador 25 es compatible con dichas temperaturas más altas.

40 En la Figura 3 se ilustra un dispositivo con una cámara 19 de combustión en lugar de un quemador 14 de calcinador. De esta manera, el gas de escape procedente de la línea 20 de calcinación de arcilla y el aire terciario desde el enfriador 17 de clínker se alimentan a la cámara 19 de combustión. Una vez más, no se muestra la alimentación de combustible. Las cenizas resultantes de la quema de combustible en la cámara 19 de combustión se pasan al horno 15 rotativo, preferiblemente añadiendo las mismas a la harina cruda precalcinada, tal como se muestra.

Números de referencia

- 10 línea de fabricación de cemento
- 11 sección de precalentamiento y calcinación
- 12a ciclón
- 12b ciclón
- 12c ciclón
- 13 calcinador, precalcinación de cemento
- 14 quemador de calcinador
- 15 horno rotativo
- 16 quemador de horno
- 17 enfriador de clínker de cemento

ES 3 007 511 T3

- 18 suministro de aire
 - 19 cámara de combustión
 - 20 línea de fabricación de arcilla
 - 21 sección de intercambio de calor
 - 22a ciclón
 - 22b ciclón
 - 22c ciclón
 - 23 sección de calcinación de arcilla, calcinador flash
 - 24 quemador de calcinación de arcilla
 - 25 ventilador
 - 26 torre de acondicionamiento de gas
-
- a harina cruda de cemento
 - b materia prima de arcilla
 - c clínker de cemento
 - d arcilla calcinada
 - e gases de escape
 - f agua

REIVINDICACIONES

1. Método para la fabricación combinada de clínker de cemento y arcilla calcinada, en el que el clínker de cemento se produce mediante las etapas de:

5 proporcionar una harina cruda de clínker de cemento, precalentar la harina cruda de clínker de cemento para proporcionar harina cruda de clínker de cemento precalentada, precalcinarse la harina cruda de clínker de cemento precalentada para proporcionar harina cruda de clínker de cemento precalcinada, sinterizar la harina cruda de clínker de cemento precalcinada en un horno rotativo para proporcionar el clínker de cemento y enfriar el clínker de cemento con una corriente de aire a contracorriente que proporciona aire caliente,

y la arcilla calcinada se produce mediante las etapas de:

10 proporcionar una materia prima de arcilla, precalentar la materia prima de arcilla para proporcionar materia prima de arcilla precalentada, calcinar la materia prima de arcilla precalentada suspendida en gas caliente en un calcinador flash para proporcionar la arcilla calcinada y enfriar la arcilla calcinada;

15 en el que el aire caliente procedente del enfriamiento del clínker de cemento se divide en al menos dos corrientes, una primera corriente de aire de combustión usada en la sinterización de la harina cruda de cemento precalcinada y una segunda corriente de aire de combustión usada en la calcinación de la materia prima de arcilla precalentada, y en el que el gas de escape procedente de la calcinación de la materia prima de arcilla precalentada se alimenta a la calcinación de la harina cruda de cemento precalentada.

2. Método según la reivindicación 1, en el que el gas de escape procedente de la calcinación de la materia prima de arcilla precalentada se acondiciona con agua.

20 3. Método según la reivindicación 1 o 2, en el que la harina cruda de clínker de cemento precalentada se calcina con calor proporcionado por una cámara de combustión alimentada con combustibles sólidos.

4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la harina cruda de clínker de cemento precalcinada comprende desde el 1 o el 5% en peso hasta el 30 o el 40% en peso de carbonato.

25 5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la materia prima de arcilla se seca a menos del 1% en peso de humedad y/o se muele a una finura de menos del 10 o el 15% en peso de residuo en un tamiz de 90 µm.

6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la temperatura en la calcinación de arcilla se ajusta a un intervalo comprendido desde 600, 650, 700 o 750°C hasta 980, 950, 900 u 850°C.

30 7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el tiempo de residencia en la calcinación de arcilla se ajusta a un intervalo comprendido desde 1, 2 o 3 segundos hasta 5 o 10 segundos.

8. Dispositivo para la fabricación combinada de clínker (c) de cemento y arcilla (d) calcinada, que comprende una línea (10) de fabricación de clínker de cemento y una línea (20) de calcinación de arcilla,

35 en el que la línea (10) de fabricación de clínker de cemento comprende una sección (11) de precalentamiento y calcinación de harina cruda de clínker de cemento equipada con dos o más ciclones (12a, 12b, 12c) para precalentar la harina (a) cruda de clínker de cemento y un calcinador (13) que comprende un quemador (14) de calcinador o una cámara (19) de combustión para precalcinarse la harina cruda de clínker de cemento precalentada, un horno (15) rotativo equipado con un quemador (16) de horno para sinterizar la harina cruda de clínker de cemento precalcinada en clínker (c) de cemento, y un enfriador (17) de clínker de cemento equipado con un suministro (18) de aire para enfriar el clínker (c) de cemento y medios para dividir el aire caliente que ha pasado a través del enfriador (17) de clínker en al menos dos corrientes,

45 en el que la línea (20) de calcinación de arcilla comprende una sección (21) de intercambio de calor equipada con al menos dos ciclones (22a, 22b, 22c) para precalentar una materia (b) prima de arcilla, una sección para enfriar la arcilla (d) calcinada y un calcinador flash como sección (23) de calcinación de arcilla adaptado para calcinar materia prima de arcilla precalentada suspendida en gas y equipado con un quemador (24) de calcinación de arcilla, y

en el que una parte del aire caliente procedente del enfriador (17) de clínker de cemento se alimenta al horno (15) rotatorio como un primer aire de combustión y otra parte se alimenta a la sección (23) de calcinación de arcilla como un segundo aire de combustión; y un gas de escape procedente de la sección (23) de calcinación de arcilla se alimenta al calcinador (13).

50 9. Dispositivo según la reivindicación 8, en el que la sección para enfriar la arcilla calcinada es un intercambiador de calor, preferiblemente un intercambiador de calor de tipo ciclón.

10. Dispositivo según la reivindicación 8 o 9 que comprende una torre (26) de acondicionamiento de gas para acondicionar el gas de escape procedente de la calcinación de la materia prima de arcilla precalentada.

11. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10 que comprende un ventilador (25), preferiblemente un ventilador de refuerzo, para transferir el gas de escape desde la calcinación de la materia prima de arcilla precalentada a la calcinación de la harina cruda de cemento precalentada.

5

Fig. 1

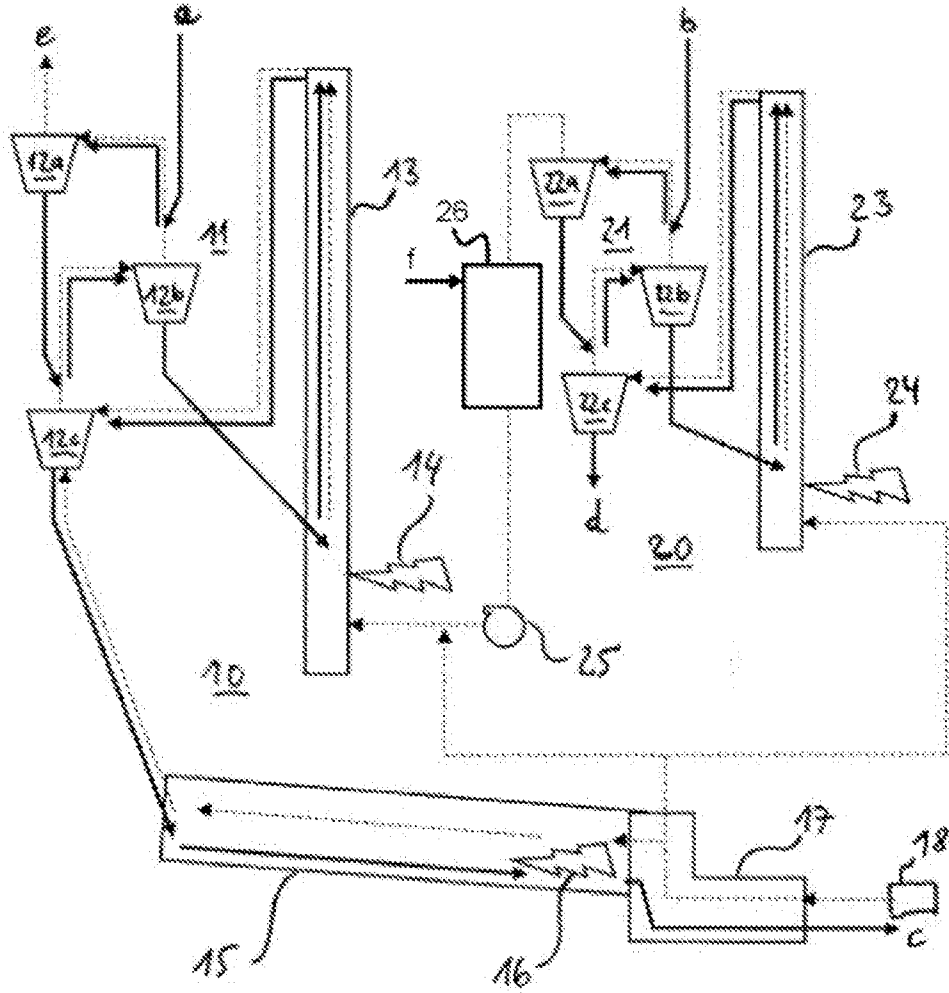


Fig. 2
26

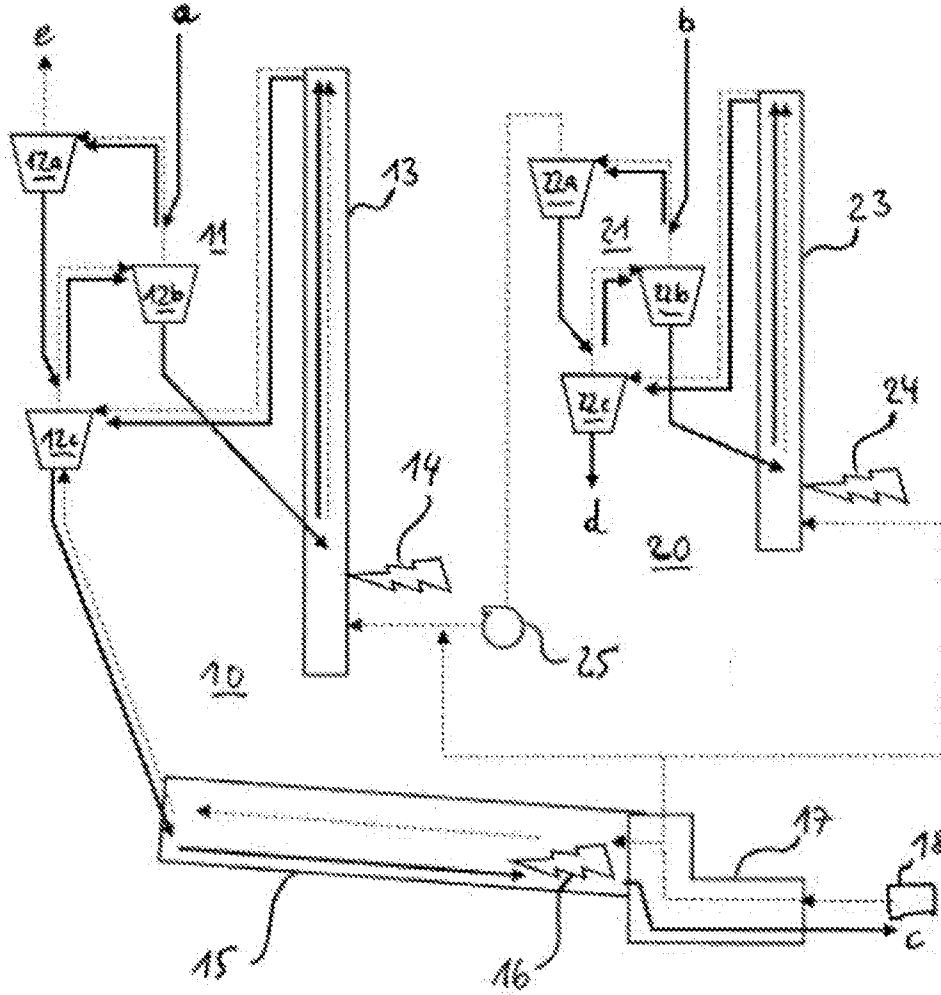


Fig. 3

