

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 811 377**

51 Int. Cl.:

F27B 7/20 (2006.01)

C04B 7/43 (2006.01)

F27D 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.03.2017 PCT/EP2017/056934**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.10.2017 WO17167639**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2017 E 17713002 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 3433558**

54 Título: **Instalación para producir clínker de cemento con calcinador de paso de flujo paralelo separado**

30 Prioridad:

26.03.2016 DE 102016003751

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

11.03.2021

73 Titular/es:

**KHD HUMBOLDT WEDAG GMBH (100.0%)
Colonia-Allee 3
51067 Köln, DE**

72 Inventor/es:

**SCHÜRMANN, HEIKO y
NASSENSTEIN, FLORIAN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 811 377 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

Instalación para producir clínker de cemento con calcinador de paso de flujo paralelo separado

- La invención se refiere a una instalación para producir clínker de cemento, que presenta al menos un horno rotativo tubular para sinterizar el clínker de cemento a partir de harina cruda precalcínada, al menos un intercambiador de calor montado a continuación del horno rotativo tubular en la dirección de flujo del gas para recuperar calor de proceso del al menos un horno rotativo tubular, al menos un calcinador de paso de flujo paralelo para precalcinar (desacidificar) harina cruda, al menos un refrigerador de clínker montado a continuación del horno rotativo tubular en la dirección de flujo del material para enfriar el clínker de cemento sinterizado, en donde está prevista una tubería para conducir aire de salida del refrigerador con el fin de recuperar calor en la instalación.
- Para producir clínker de cemento a partir de harina cruda, concretamente de una mezcla de material calcáreo y roca que contiene silicato, ya se conoce el alimentar la harina cruda en primer lugar a una etapa de calcinación, donde en primer lugar se desacidifica la harina cruda. La, así llamada, "desacidificación" es la transformación del material que contiene carbonato en forma de carbonato cálcico (CaCO_3) en la cal viva (CaO), que se compone en esencia de óxido de calcio (CaO), mediante un tratamiento bajo calor. Durante esta desacidificación se convierte carbonato cálcico (CaCO_3) en óxido de calcio (CaO) liberándose dióxido de carbono (CO_2).
- La separación entre la desacidificación y la etapa de sinterización, actualmente montada a continuación de la desacidificación, en un horno rotativo tubular permite prever, en el, así llamado, procedimiento seco, un horno rotativo tubular más corto para el proceso y aprovechar el calor perdido del horno rotativo tubular para la desacidificación endotérmica. Este tipo de producción de clínker de cemento ha dado buen resultado en el pasado. Las nuevas exigencias para mantener la pureza del aire requieren una remodelación adicional del proceso de producción en la que se produzcan menos vapores nitrosos perjudiciales (NO_x) en el aire de salida de la instalación para la producción de clínker de cemento, se descargue menos dióxido de carbono (CO_2) a la atmósfera libre y también pueda extraerse adicionalmente calor para producir energía eléctrica, entre otras cosas, para hacer funcionar unos compresores para el almacenamiento bajo tierra de dióxido de carbono (CO_2) o para licuar dióxido de carbono (CO_2).
- En las instalaciones para producir clínker de cemento conocidas, se conoce, como se divulga en los documentos WO03074956A1 o WO2015197372A1, el extraer calor perdido del proceso de producción en puntos muy concretos de tal instalación, como por ejemplo entre el tercer y el quinto intercambiadores de calor de ciclón de tal instalación, y alimentar el calor perdido y el aire de salida de la producción de energía a otros puntos predeterminados en esta instalación.
- La ventaja de la extracción de calor de una instalación cualquiera para producir clínker de cemento en relación con una producción de energía separada de esta instalación es el aprovechamiento del hogar de enorme gasto energético, ya existente en la instalación para la producción de clínker de cemento, destinado a generar calor a partir de combustibles secundarios de pequeño valor calorífico. Sin embargo, la cantidad de energía calorífica que puede desacoplarse del proceso de producción para clínker de cemento tiene un límite natural para el procedimiento elegido.
- La energía que puede extraerse del proceso de producción debe transportarse como carga energética junto con el gas portador de la instalación o el material bruto que se ha de tratar. Debido a la alta carga energética surgen nuevos problemas con el control de los vapores nitrosos (NO_x) y la calidad del clínker de cemento producido. El procedimiento convencional permite una carga energética máxima sólo típica como equipaje del clínker de cemento que se ha de producir.
- Por lo tanto, el objetivo de la invención es poner a disposición una instalación para la producción de clínker de cemento que ponga a disposición un mayor balance energético en favor del calor perdido para la producción de energía eléctrica que el que pueden poner a disposición las instalaciones existentes hasta ahora para la producción de clínker de cemento, no habiendo de reducirse la calidad del clínker de cemento producido ni la calidad del aire de salida.
- El objetivo que sirve de base a la invención se logra gracias a que el calcinador de paso de flujo paralelo está dispuesto antes del intercambiador de calor en la dirección de flujo del material. En las reivindicaciones subordinadas con respecto a la reivindicación 1 se indican otras configuraciones ventajosas de la instalación para la producción de clínker de cemento.
- Por lo tanto, según la invención, está previsto dar la vuelta efectivamente a la sucesión de la precalcínación y del precalentamiento en relación con una instalación conocida para la producción de clínker de cemento en el procedimiento seco. Sin una extracción de calor para la producción de energía eléctrica, este nuevo procedimiento no sólo sería muy costoso, sino que también modificaría todo el balance calorífico entre las distintas partes de la instalación hasta llegar a una inutilidad de la instalación. La idea de la invención se basa en el hecho de que, con los medios de una instalación convencional para la producción de clínker de cemento, se genera tanto calor innecesario para el proceso de producción que el balance energético se halla considerablemente más en el lado de la producción de energía eléctrica de lo que ya es actualmente el caso en las instalaciones convencionales con desacoplamiento de energía calorífica. Según la idea de la invención, está previsto desviar una, así llamada, tubería de aire terciario, frecuentemente existente en las instalaciones convencionales para la producción de clínker de cemento, del refrigerador de clínker a la zona central a superior del calcinador, en favor de una derivación de todo el aire de salida

del refrigerador a la base de un calcinador de paso de flujo paralelo. Por lo tanto, está previsto llevar a cabo la precalcinación con todo el calor perdido del refrigerador de clínker mediante la reunión de distintas fracciones de aire de salida del refrigerador de clínker. Hasta ahora, en general los esfuerzos estaban dirigidos a reconducir la temperatura del aire de salida de un refrigerador de clínker con la mayor temperatura posible al proceso, para así lograr una alta eficacia de recuperación. Esto se realiza mediante una separación (un fraccionamiento) del aire de salida del refrigerador a partir de una toma cercana en el espacio a una cuba de descarga del horno rotativo tubular como aire terciario y una separación de este aire de salida altamente calorífico de un aire de salida poco calorífico, tomado de manera alejada de la cuba de descarga del horno rotativo tubular. Por regla general, el aire de salida del refrigerador tomado de manera alejada de la cuba de descarga del horno rotativo tubular ya sólo puede aprovecharse de forma poco eficaz, porque la temperatura de este aire de salida apenas alcanza más de 300 °C, siendo no obstante la cantidad de energía contenida en este aire de salida bastante grande.

Según la idea de la invención, ahora se reúne todo el aire de salida del refrigerador, con lo que la temperatura media del aire de salida del refrigerador es menor que la del aire terciario conocido hasta ahora. Este aire de salida del refrigerador reunido se utiliza a continuación como aire portador y fuente de calor para la precalcinación de harina cruda en un calcinador. En este contexto, la harina cruda se alimenta fría al calcinador. El aire de salida que a continuación abandona el calcinador se enfría en favor de una producción de energía eléctrica. La harina cruda, que se enfría conjuntamente al mismo tiempo, se calienta a continuación de nuevo en un intercambiador de calor más pequeño de lo que hasta la actualidad es habitualmente el caso y se alimenta precalcinada al horno rotativo tubular.

Mediante el funcionamiento de la instalación con una cantidad excedente de calor es posible extraer energía calorífica en distintos puntos de la instalación mediante un intercambiador de calor, y esto sin conducir la corriente de material o la corriente de gas por desviaciones en la instalación. Ventajosamente, está previsto al menos un intercambiador de calor para la extracción de calor de proceso con el fin de producir energía eléctrica, seleccionado del grupo de: a) un intercambiador de calor para la extracción de calor de proceso con el fin de producir energía eléctrica en la salida del intercambiador de calor para la recuperación de calor de proceso del al menos un horno rotativo tubular, b) un intercambiador de calor para la extracción de calor de proceso con el fin de producir energía eléctrica en el calcinador de paso de flujo paralelo, c) un intercambiador de calor como refrigerador de sólidos para la extracción de calor de proceso con el fin de producir energía eléctrica en la salida indirecta o directa del lado de la corriente de material del calcinador de paso de flujo paralelo y d) un intercambiador de calor para la extracción de calor de proceso con el fin de producir energía eléctrica en la salida del lado de la corriente de gas de un eliminador de polvos, que está dispuesto detrás de un trecho de quemado de una cámara de turbulencia montada a continuación del calcinador de paso de flujo paralelo. El procedimiento con una cantidad excedente de calor permite llevar a cabo el proceso de producción en distintos puntos con un exceso de calor, reduciéndose siempre de nuevo la temperatura mediante la extracción en estos puntos, de manera que no se desarrollan condiciones en las que tenga lugar una formación excesiva de vapores nitrosos (NO_x) o se produzca una cantidad incontrolada de monóxido de carbono (CO).

Aunque la instalación aquí presentada se haga funcionar de manera diferente a las instalaciones para la producción de clínker de cemento hasta ahora conocidas, resulta ventajoso que a continuación del calcinador, en la dirección de flujo del material y en la dirección de flujo del gas, esté montada una cámara de turbulencia con un trecho de quemado en forma de un tubo como un reactor de cuello de cisne con la cámara de turbulencia como punto de inversión del reactor de cuello de cisne. En este trecho de quemado se quema la parte de monóxido de carbono (CO) formada en el hogar del calcinador en condiciones oxidativas eventualmente aún remanente. Debido al hogar y al enfriamiento por la harina cruda alimentada fría, la temperatura en el calcinador está justamente en un intervalo de aproximadamente 950 °C a 1.050 °C, la ventana en la que tiene lugar la desacidificación. En esta ventana de temperatura no se forma, así llamado, nitrógeno térmico, concretamente una mezcla de diferentes vapores nitrosos (NO_x), que se producen por la combustión del aire atmosférico a temperaturas aún mayores. A diferencia de lo que ocurre en las instalaciones convencionales para la producción de clínker de cemento, el calcinador se carga con aire portador atmosférico procedente del refrigerador de clínker. En las instalaciones convencionales para la producción de clínker de cemento, el aire portador consiste en el gas de escape del horno rotativo tubular, que es pobre en oxígeno (poco O_2) y rico en vapores nitrosos (NO_x). Debido a esta composición del gas, el calcinador de tal instalación convencional se hace funcionar de manera reductiva. Para evitar que en el calcinador tenga lugar una desacidificación completa y por lo tanto que no se interrumpa la acción termostaticante de la harina cruda causada por la desacidificación endotérmica, se extrae calor del calcinador mediante un intercambiador de calor. Este calor puede aprovecharse para producir vapor, utilizándose el vapor como gas de turbina para producir energía eléctrica. El calcinador que se hace funcionar de manera oxidativa en la instalación aquí presentada tiene conectada una cámara de turbulencia con un trecho de quemado en forma de un tubo. La cámara de turbulencia y el trecho de quemado están diseñados como un reactor de cuello de cisne, con la cámara de turbulencia como punto de inversión del reactor de cuello de cisne. Este reactor está montado a continuación del calcinador en la dirección de flujo del material y también en la dirección de flujo del gas, pudiéndose quemar en el mismo los residuos de combustible procedentes del hogar del calcinador. La harina cruda precalcinada que sale del trecho de quemado se separa a continuación mediante un ciclón. Los gases de escape calientes del calcinador se enfrían mediante un intercambiador de calor, de manera que un ventilador dispuesto a continuación del intercambiador de calor pueda impulsar los gases de escape. La harina cruda separada también se enfría mediante un refrigerador de sólidos. Tanto el calor perdido de la harina cruda como el calor perdido de los gases de escape se emplean también para producir vapor, utilizándose el vapor como gas de turbina para producir energía eléctrica. En este punto se separan dos posibles formas de realización de la instalación según la invención.

En una primera variante, el calcinador separado se halla junto al horno rotativo tubular y el intercambiador de calor corto. En esta primera variante, está previsto que, entre una salida del lado de la corriente de gas de un eliminador de polvos y un intercambiador de calor para la recuperación de calor de proceso del al menos un horno rotativo tubular, esté dispuesto un elevador mecánico. Este elevador mecánico eleva al intercambiador de calor anteriormente mencionado la harina cruda precalcinada que sale detrás de un trecho de quemado de una cámara de turbulencia montada a continuación del calcinador de paso de flujo paralelo.

En una segunda variante, el calcinador separado está elevado. La harina cruda que sale de la etapa de calcinación se introduce en el intercambiador de calor para la recuperación de calor de proceso del al menos un horno rotativo tubular mediante un transporte por gravedad. Por lo tanto, en esta segunda variante, está previsto que la salida del lado de la corriente de gas de un eliminador de polvos, que está dispuesto detrás de un trecho de quemado de una cámara de turbulencia montada a continuación del calcinador de paso de flujo paralelo, esté dispuesta a mayor altura que la entrada de la harina cruda precalcinada en el intercambiador de calor para la recuperación de calor de proceso del al menos un horno rotativo tubular, de manera que puede prescindirse de medios para elevar la harina cruda precalcinada, como por ejemplo un elevador.

La invención se explica más detalladamente por medio de las figuras siguientes. Se muestran:

figura 1 una primera variante de la instalación según la invención para producir clínker de cemento,

figura 2 una segunda variante de la instalación según la invención para producir clínker de cemento.

En la **figura 1** está bosquejada una primera variante de una instalación 100 para producir clínker de cemento. Los recorridos de la harina cruda 101 y los recorridos del gas portador y del gas de escape en esta instalación 100 son diferentes de los recorridos típicos de la harina cruda 101, el gas portador y el gas de escape de una instalación convencional para producir clínker de cemento. Comenzando con la alimentación 101a de harina cruda en el calcinador 102, la harina cruda 101 se introduce en un lecho fluidizado en el calcinador 102 en estado frío. En el calcinador 102 está previsto un hogar 103, que calienta aún más el aire 104 de salida procedente de un refrigerador 105 de clínker de cemento situado al final de la instalación 100 en la dirección de la corriente de material. En esta mezcla oxidativa de aire de salida atmosférico calentado del refrigerador de clínker de cemento y gases de escape del hogar se desacidifica la harina cruda 101 en gran parte, pero no por completo. La desacidificación completa se interrumpe intencionadamente mediante un primer intercambiador 106 de calor. Si la desacidificación de la harina cruda 101 tuviese lugar por completo, quedaría suprimido el efecto termostatzante de la reacción de desacidificación endotérmica en el calcinador 102, con lo que podrían formarse altos picos de temperatura en algunas zonas del calcinador 102, dentro de las cuales, dependiendo del procedimiento, podrían formarse vapores nitrosos (NO_x) debido a la combustión del aire. La formación de vapores nitrosos (NO_x) debe inhibirse intencionadamente. Con los gases de escape del hogar 103 y los gases de escape 104 del refrigerador que entran en el calcinador 102, la harina cruda 101, parcialmente desacidificada en el calcinador 102, se conduce a una cámara 107 de turbulencia con un trecho 108 de quemado situado a continuación de la misma. En la cámara de turbulencia y en el trecho de quemado, el monóxido de carbono (CO) formado en el calcinador 102 y los restos de combustible se queman por completo, favoreciendo la harina cruda 101 suspendida en la cámara de turbulencia catalíticamente la oxidación del monóxido de carbono (CO). Al final del trecho 108 de quemado, los recorridos de los gases de escape del calcinador 102 y de la harina cruda 101 parcialmente desacidificada se separan. Los gases de escape del hogar se separan de la harina cruda 101 parcialmente desacidificada en un eliminador 109 de polvos y se enfrían mediante un intercambiador 110 de calor. El calor extraído de los gases de escape del hogar se aprovecha para generar vapor de agua como gas de turbina, no mostrándose aquí el recorrido del vapor de agua. A continuación, mediante un ventilador 110b, los gases de escape del hogar enfriados, pobres en monóxido de carbono, o se conducen a la atmósfera libre o se alimentan a un tratamiento posterior para separar y almacenar dióxido de carbono (CO_2). La harina cruda 101 parcialmente desacidificada que sale del eliminador 109 de polvos se alimenta a continuación a un refrigerador 110a de sólidos, aprovechándose el calor extraído en el mismo también para generar vapor de agua como gas de turbina. En esta primera variante de la instalación 100 para producir clínker de cemento, la harina cruda 101 enfriada se alimenta a un elevador, aquí en forma de un elevador 111 de cangilones, para ganar de nuevo altura, que es necesaria para una alimentación al intercambiador 112 de calor corto. En el intercambiador 112 de calor, el calor perdido del horno rotativo tubular 113, del que, en relación con una instalación convencional para producir clínker de cemento, ya sólo escapan los gases de escape del hogar del horno rotativo tubular 113 con una cantidad de aire secundario 114 reducida, se transfiere a la harina cruda 101 enfriada y parcialmente desacidificada. En un ciclón simple 112a, se calienta la harina cruda 101 y se conduce ésta a través de una tubería 115 de alimentación a la cámara 116 de entrada del horno rotativo tubular. Los gases de escape del horno rotativo tubular con una cantidad reducida en relación con las instalaciones convencionales fluyen a través de una tubería 117 de alimentación al ciclón 112a. Desde éste, los gases de escape del horno rotativo tubular se alimentan a un eliminador 118 de polvos y se conducen a un intercambiador 119 de calor, donde se extrae de los gases de escape del horno rotativo tubular calor adicional para generar vapor. A continuación, los gases de escape del horno rotativo tubular enfriados se conducen mediante un ventilador 120 a un tratamiento posterior de los gases de escape, que aquí no está representado. Dado que a través del horno rotativo tubular 113 se conduce bastante menos aire que en las instalaciones convencionales con conducción de grandes cantidades de aire secundario 114 a través del horno rotativo tubular 113, se produce también menos nitrógeno atmosférico en forma de vapores nitrosos (NO_x). La concentración de vapores nitrosos (NO_x) en los gases de escape del horno rotativo tubular es mayor que en las instalaciones convencionales, porque los vapores nitrosos (NO_x) no son diluidos por grandes

cantidades de aire secundario 114. Como consecuencia de ello, los vapores nitrosos (NO_x) son más fáciles de convertir químicamente, como, por ejemplo, un lavado y una neutralización en un lavador de gases, aquí mencionado sólo a modo de ejemplo, o mediante una conversión en sí conocida bajo una catálisis SNCR (SNCR, inglés: Selective Non Catalytic Reduction, español: reducción no catalítica selectiva).

- 5 La harina cruda 101 parcialmente desacidificada que entra en el horno rotativo tubular 113 se sinteriza en el horno rotativo tubular 113 para formar clínker de cemento y se enfría bruscamente en el refrigerador 105 de clínker de cemento, situado a continuación del horno rotativo tubular 113 en la dirección de flujo del material, para formar las fases de clínker de cemento. El aire atmosférico inyectado en el refrigerador 105 de clínker de cemento para el enfriamiento es calentado por el clínker de cemento caliente. Una parte del aire calentado se utiliza en el horno, la
10 parte restante se libra de polvos en un eliminador 121 de polvos. A continuación, el aire 104 de salida caliente del refrigerador se conduce al calcinador 102.

- En la **figura 2** está representada una instalación 200 casi idéntica a la instalación 100, en la que no obstante el calcinador 102 está dispuesto elevado. De este modo, puede prescindirse del elevador 111 de cangilones en relación con la instalación 100, y la harina cruda 101 que sale del refrigerador 110a de sólidos se alimenta al intercambiador
15 112 de calor mediante un transporte por gravedad.

Lista de símbolos de referencia

- | | |
|--------|--|
| 100 | Instalación |
| 101 | Harina cruda |
| 102 | Calcinador |
| 20 103 | Hogar |
| 104 | Aire de salida del refrigerador |
| 105 | Refrigerador de clínker de cemento |
| 106 | Intercambiador de calor |
| 107 | Cámara de turbulencia |
| 25 108 | Trecho de quemado |
| 109 | Eliminador de polvos |
| 110 | Intercambiador de calor |
| 110a | Refrigerador de sólidos |
| 110b | Ventilador |
| 30 111 | Elevador de cangilones |
| 112 | Intercambiador de calor |
| 112a | Ciclón |
| 113 | Horno rotativo tubular |
| 114 | Aire secundario |
| 35 115 | Tubería de alimentación |
| 116 | Cámara de entrada del horno rotativo tubular |
| 117 | Tubería de alimentación |
| 118 | Eliminador de polvos |
| 119 | Intercambiador de calor |
| 40 120 | Ventilador |
| 121 | Eliminador de polvos |
| 200 | Instalación |

REIVINDICACIONES

1. Instalación (100, 200) para producir clínker de cemento, que presenta
 - al menos un horno rotativo tubular (113) para sinterizar el clínker de cemento a partir de harina cruda (101) precalcinada,
 - 5 - al menos un intercambiador (112) de calor montado a continuación del horno rotativo tubular (113) en la dirección de flujo del gas para recuperar calor de proceso del al menos un horno rotativo tubular (113),
 - al menos un calcinador (102) de paso de flujo paralelo para precalcinar (desacidificar) harina cruda (101),
 - 10 - al menos un refrigerador (105) de clínker montado a continuación del horno rotativo tubular (113) en la dirección de flujo del material para enfriar el clínker de cemento sinterizado, en donde está prevista una tubería para conducir aire (104) de salida del refrigerador con el fin de recuperar calor en la instalación (100, 200),

caracterizada por que

- 15 el calcinador (102) de paso de flujo paralelo está dispuesto antes del intercambiador (112) de calor en la dirección de flujo del material.

2. Instalación según la reivindicación 1,

caracterizada por que

- 20 desde el refrigerador hasta la base del calcinador (102) de paso de flujo paralelo está conducida una tubería para conducir aire (104) de salida del refrigerador con el fin de recuperar calor en la instalación.

3. Instalación según una de las reivindicaciones 1 o 2,

caracterizada por que

está previsto al menos un intercambiador (106, 110, 110a, 119) de calor para la extracción de calor de proceso con el fin de producir energía eléctrica, seleccionado del grupo de:

- 25 - intercambiador (119) de calor para la extracción de calor de proceso con el fin de producir energía eléctrica en la salida del intercambiador (112) de calor para la recuperación de calor de proceso del al menos un horno rotativo tubular (113),
- intercambiador (106) de calor para la extracción de calor de proceso del calcinador (102) de paso de flujo paralelo con el fin de producir energía eléctrica,
- 30 - intercambiador de calor como refrigerador (110a) de sólidos para la extracción de calor de proceso con el fin de producir energía eléctrica indirecta o directamente en la salida del lado de la corriente de material del calcinador (102) de paso de flujo paralelo,
- intercambiador (110) de calor para la extracción de calor de proceso con el fin de producir energía eléctrica en la salida del lado de la corriente de gas de un eliminador (109) de polvos, que está dispuesto detrás de un trecho (108) de quemado de una cámara (107) de turbulencia montada a continuación del calcinador (102) de paso de flujo paralelo.
- 35

4. Instalación según una de las reivindicaciones 1 a 3,

caracterizada por que

- 40 a continuación del calcinador (102) de paso de flujo paralelo, en la dirección de flujo del material y en la dirección de flujo del gas, está montada una cámara (107) de turbulencia con un trecho (108) de quemado en forma de un tubo como un reactor de cuello de cisne con la cámara (107) de turbulencia como punto de inversión del reactor de cuello de cisne.

5. Instalación según una de las reivindicaciones 1 a 4,

caracterizada por que,

- 45 entre una salida del lado de la corriente de gas de un eliminador (109) de polvos, que está dispuesto detrás de un trecho (108) de quemado de una cámara (107) de turbulencia montada a continuación del calcinador (102) de paso de flujo paralelo, un elevador mecánico (111) para elevar la harina cruda (101) precalcinada al

intercambiador (112) de calor para la recuperación de calor de proceso del al menos un horno rotativo tubular (113).

6. Instalación según una de las reivindicaciones 1 a 5,

caracterizada por que

5 la salida del lado de la corriente de gas de un eliminador (109) de polvos, que está dispuesto detrás de un trecho (108) de quemado de una cámara (107) de turbulencia montada a continuación del calcinador (102) de paso de flujo paralelo, está dispuesta a mayor altura que la entrada de la harina cruda (101) precalcinada en el intercambiador (112) de calor para la recuperación de calor de proceso del al menos un horno rotativo tubular (113), de manera que puede prescindirse de medios para elevar la harina cruda (101) precalcinada.

10 7. Instalación según una de las reivindicaciones 1 a 6,

caracterizada por que

- a continuación del intercambiador (112) de calor para la recuperación de calor de proceso del al menos un horno rotativo tubular (113) está montado un ventilador (120), estando montado un intercambiador (119) de calor entre este intercambiador (112) de calor y el ventilador (120), y/o

15 - un ventilador (110b) una salida del lado de la corriente de gas de un eliminador (109) de polvos, que está dispuesto detrás de un trecho (108) de quemado de una cámara de turbulencia montada a continuación del calcinador (102) de paso de flujo paralelo, estando montado un intercambiador (110) de calor entre este eliminador (109) de polvos y el ventilador (111).

Fig. 1

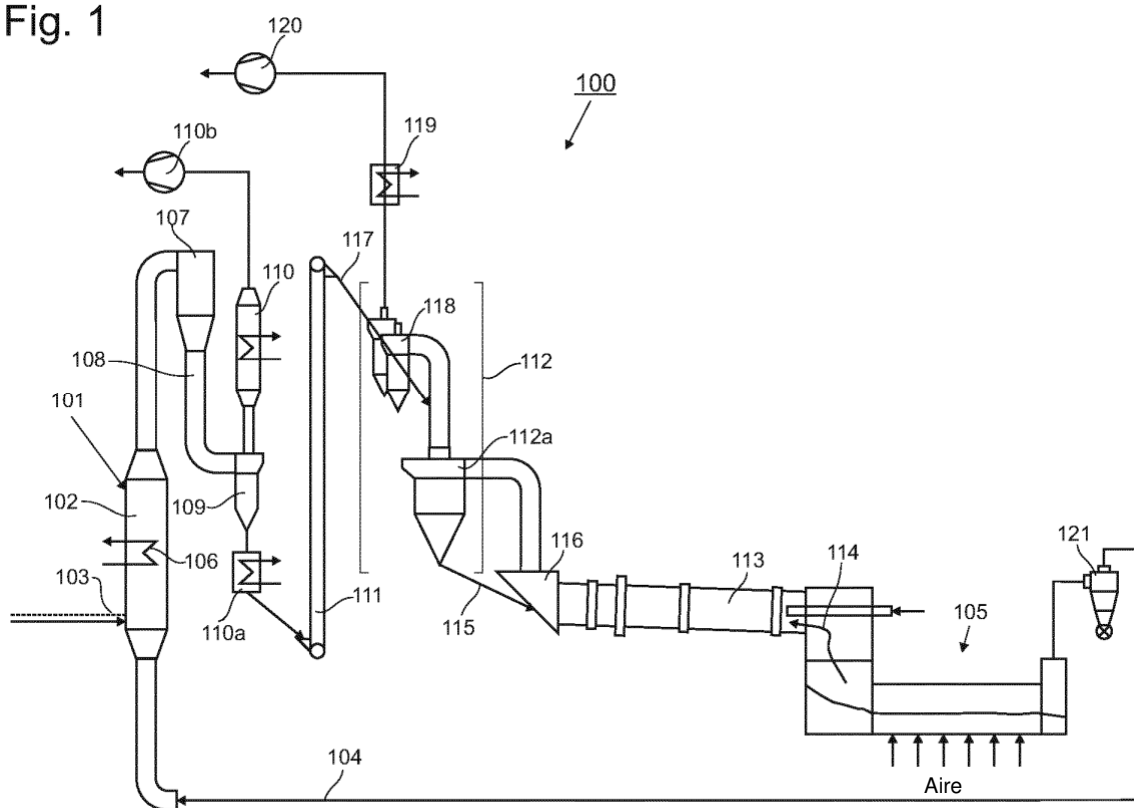


Fig. 2

