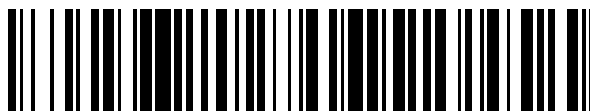


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 460**

51 Int. Cl.:

C04B 7/43

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.09.2013 PCT/AT2013/050173**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.03.2014 WO14036585**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.09.2013 E 13791897 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2016 EP 2892861**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la separación de un componente volátil**

30 Prioridad:

05.09.2012 AT 503592012

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

27.04.2017

73 Titular/es:

**SCHEUCH GMBH (33.3%)
Weierfing 68
4971 Aurolzmünster, AT;
W&P ZEMENT GMBH (33.3%) y
A TEC HOLDING GMBH (33.3%)**

72 Inventor/es:

**LISBERGER, MANFRED;
STEINWANDTER, ANDREAS;
SCHWEI, PETER y
FREIMANN, WOLFGANG**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 610 460 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 y dispositivo para la separación de un componente volátil

La invención se refiere a un procedimiento para la separación de al menos un componente volátil, por ejemplo mercurio, talio, compuestos orgánicos, compuestos de azufre o de nitrógeno, a partir de gases de escape en la fabricación de cemento clinker, en el que los materiales brutos para la fabricación de cemento clinker son conducidos bajo intercambio de calor con los gases de escape a través de un precalentador y a continuación son quemados en un horno tubular giratorio, siendo evaporado a través de calentamiento de los materiales brutos en el precalentador el componente volátil ligado en los materiales brutos, que se separa de los gases de escape.

Además, la invención se refiere a un dispositivo para la separación de al menos un componente volátil, por ejemplo mercurio, talio, compuestos orgánicos, compuestos de azufre o de nitrógeno, a partir de gases de escape en la fabricación de cemento clinker, con un precalentador, con una carga para los materiales brutos necesarios para la fabricación de cemento clinker en el principio a contracorriente en contra de la dirección de los gases de escape en el precalentador, y con un horno tubular giratorio (2) para la combustión de los materiales brutos.

Un procedimiento de este tipo y un dispositivo de este tipo se conocen a partir del documento US 2009/0193968 A1.

En la fabricación de cemento clinker se queman diferentes materiales brutos, como por ejemplo piedra caliza y arcilla, en un horno tubular giratorio. En muchos de los materiales brutos empleados están contenidos componentes volátiles, como mercurio, talio, compuestos orgánicos, compuestos de azufre o compuestos de nitrógeno, que se evaporan durante el calentamiento en la fase de calentamiento previo y se ligar de nuevo en el polvo durante la refrigeración de los gases de escape. Así, por ejemplo, la gran parte del mercurio se conduce con el polvo generado en el molino bruto y el polvo separado en la fase de filtración de nuevo al proceso de fabricación de cemento clinker, sólo una parte pequeña se escape con el gas de escape a la atmósfera. La carga de mercurio es introducida en este caso de manera predominante a través de los materiales brutos en el proceso, una porción reducida de la entrada de mercurio se puede realizar también a través de los combustibles.

La presente solicitud de patente se refiere principalmente a la fabricación de cemento clinker, pero también se puede emplear en otros procedimientos de producción térmica, en los que se observa un comportamiento de circulación característico de algunas sustancias nocivas del gas de escape.

En principio, existe la posibilidad de retirar o bien de reducida el mercurio que está presente en los materiales brutos ya antes de la utilización para la fabricación de cemento clinker. Esto se realiza, por ejemplo, a través de una preparación de los materiales brutos con gases calientes, con lo que se evapora, al menos parcialmente, el mercurio contenido y a continuación se puede separar en forma concentrada. Sin embargo, debido al calentamiento necesario de los materiales brutos, es necesaria, sin embargo, relativamente mucha energía, lo que eleva los costes totales y vuelve al procedimiento poco rentable con altas cantidades de material.

Tampoco son aceptables soluciones, en las que toda la corriente de gases de escape del horno tubular giratorio en la fabricación de cemento clinker es limpiada con la ayuda de determinados procedimientos de limpieza de gases de escape para la separación de mercurio, como por ejemplo filtros de carbón activo, en virtud de las grandes cantidades de aire y, por lo tanto, el tamaño grande de las instalaciones.

Otro procedimiento para la separación de mercurio a partir de los gases de escape de un proceso de fabricación se conoce a partir del documento EP 2 437 866 A1, en el que se prevé un reactor de purgado separado del precalentador. El mercurio es ligado en un adsorbente, en particular polvo, y es alimentado al reactor de purgado accionado con un gas portador, en el que el adsorbente se calienta a continuación a temperaturas de más de 250°C, de manera que el mercurio es expulsado del adsorbente y es transferido a la fase de gas. El gas enriquecido con mercurio del reacción de purgado es desempolvado a continuación en la instalación de desempolvado. En el reactor de purgado se extrae sólo una corriente parcial del gas enriquecido de esta manera y desempolvado a altas temperaturas y es depurada en una fase de adsorción siguiente, mientras que la corriente parcial restante se lleva en un sistema de transmisión de calor a la temperatura necesaria para el purgado del mercurio en el reactor de purgado y se conduce de nuevo como gas portador al reactor de purgado. En el sistema de transmisión de calor del reactor de purgado se puede mezclar una corriente de gases de escape calientes que procede del proceso de fabricación de cemento con la corriente de gas parcialmente en circulación.

Sin embargo, en la disposición del reactor de purgado es un inconveniente el hecho de que el polvo que se produce en la instalación de desempolvado previo es conducido a un silo, antes de que el polvo sea retornado al precalentador. De acuerdo con ello, es necesario un nuevo calentamiento del polvo en el precalentador, con lo que está implicado de manera más desfavorable un gasto alto de energía.

En el documento WO 2007/128619 A1 se muestra un dispositivo de otro tipo para la fabricación de cemento clinker, en el que están previstos un precalentador con cuatro fases de ciclón y un calcinador con un ciclón. En la forma de realización de acuerdo con la figura 3, está previsto un segundo calcinador, que está conectado con fases de ciclón.

El documento DE 10 2008 023 899 A1 publica una instalación de otro tipo con un primer precalentador para el calentamiento previo de un componente de material rico en cal y con un segundo precalentador para el calentamiento previo de un componente de material pobre en cal, con un calcinador y un horno para la combustión del material bruto calcinado para obtener cemento clinker. El primer precalentador está conectado con un conducto de gases de escape del calcinador, mientras que el segundo precalentador está conectado en un conducto de gases de escape del horno.

El documento EP 0 845 443 A1 se ocupa de un procedimiento de otro tipo para la eliminación de dióxido de azufre a partir de los gases de escape de una instalación de horno, en el que la harina bruta que debe cargarse en un precalentador es alimentada desde una instalación de trituración de materiales brutos y el cemento clinker refrigerado es triturado en una instalación de trituración de cemento. En este caso, se conduce al menos una corriente parcial de los gases de escape desde el precalentador de harina bruta a través de una instalación de trituración de cemento y en este caso se absorbe dióxido de azufre desde los gases de escape de las partículas de cemento.

El cometido de la presente invención es, por lo tanto, la creación de un procedimiento mencionado anteriormente y de un dispositivo mencionado anteriormente para la separación de mercurio desde los gases de escape durante la fabricación de cemento clinker, a través de los cuales se posibilita una reducción suficientemente alta de las emisiones de mercurio, de manera que se necesitan una energía adicional o más reducida posible y una corriente volumétrica de gas de escape a depurar lo más pequeña posible y de esta manera el funcionamiento y la instalación deben ser lo más económicos posible.

Este cometido se soluciona en un procedimiento del tipo indicado al principio porque una primera corriente de materiales brutos con una concentración más elevada del componente volátil es separada en una primera línea del precalentador y una segunda corriente de materiales brutos con una concentración más baja del componente volátil es separada en una segunda línea del precalentador, en el que la primera línea del precalentador es accionada con una primera corriente parcial de los gases de escape del horno tubular giratorio y la segunda línea del precalentador es accionada con una segunda corriente parcial de los gases de escape del horno tubular giratorio, en el que el componente volátil es separado de la primera corriente parcial de los gases de escape conducida a través de la primera línea del precalentador, en el que la primera corriente de materiales brutos calentada a una temperatura de al menos 250°C a través del intercambio de calor con la primera corriente parcial de los gases de escape en la primera línea del precalentador se combina, a una temperatura esencialmente constante de al menos 250°C, a través de una línea de conexión entre la primera y la segunda línea del precalentador con la segunda corriente de materiales brutos de la segunda línea del precalentador.

Por lo tanto, de acuerdo con la invención, los materiales brutos con la concentración más elevada del componente volátil son cargados en la primera línea del precalentador y los materiales brutos con la concentración más baja del componente volátil se cargan en la segunda línea del precalentador. Para la separación del componente volátil se utiliza exclusivamente la primera corriente parcial de los gases de escape, con la que los materiales brutos con la concentración más alta del componente volátil son tratados en la primera línea del precalentador. En virtud de la carga separada de materiales brutos con concentración más alta o bien más baja del componente volátil en la primera y en la segunda línea, respectivamente, del precalentador se puede configurar especialmente eficiente la separación del componente volátil desde la primera corriente parcial de los gases de escape enriquecida con el componente volátil, puesto que solamente se utilizan los materiales brutos con alta porción de sustancia nociva para la depuración de los gases de escape. Después de la preparación de la primera corriente de materiales brutos con la ayuda de la primera corriente parcial de los gases de escape en la primera línea del precalentador se transporta la primera corriente de materiales brutos a la segunda línea del precalentador y se combina con la segunda corriente de materiales brutos. Los materiales brutos son conducidos finalmente en común en la dirección del horno y son quemados en el horno. La primera línea del precalentador está conectada en este caso con la segunda línea del precalentador, de tal manera que los materiales brutos de la primera línea, tratados y preparados con la primera corriente parcial de los gases de escape, son combinados a continuación con temperatura esencialmente constante, es decir, sin refrigeración de la corriente de materiales brutos en un acumulador intermedio, con los materiales brutos de la segunda línea. La temperatura de la primera corriente de materiales brutos es en este caso al menos 250°C, en particular está entre 300°C y 500°C. De manera más ventajosa, de este modo se puede elevar esencialmente la eficiencia energética frente a formas de realización con un reactor de purgado separado, en el que la corriente de materiales brutos utilizada para la separación de sustancia nociva es almacenada temporalmente antes del retorno en el precalentador y de esta manera es refrigerada.

Para la separación eficiente de los componentes volátiles desde la corriente de gases de escape es favorable que la primera corriente de materiales brutos contenga polvo de la fabricación de cemento clinker. El polvo cargado en la primera línea del precalentador procede especialmente de un filtro de horno, con el que se despolvan los gases de escape antes de la salida a la atmósfera. En un proceso preferido, en el molino bruto aparece a temperaturas más elevadas una corriente grande de masas de polvo con concentración relativamente reducida de mercurio y en el filtro del horno aparece una corriente pequeña de masas de polvo con concentraciones más elevadas de

mercurio, que se carga en la primera línea del precalentador.

Para la eficiencia del procedimiento es ventajoso que la primera corriente de materiales brutos contenga una porción más elevada de compuestos de carbono, compuestos de azufre, por ejemplo pirita, o compuestos de amonio como la segunda corriente de materiales brutos.

En la realización del procedimiento de acuerdo con la invención esta previsto con preferencia que a primera corriente parcial de los gases de escape, conducida a través de la primera línea del precalentador, sea despolvada en primer lugar y a continuación se separe su componente volátil, siendo retornado el polvo separado desde la primera corriente parcial de retorno a la segunda línea del precalentador. La primera corriente parcial de los gases de escape es alimentada en este caso a un despolvador de gases calientes, que es impulsado con una carga de sustancia sólida, por ejemplo, inferior a 200 g/Nm^3 (gramo por metro cúbico normalizado) y el gas de escape es limpiado hasta contenidos de polvo $< 1 \text{ g/Nm}^3$. De esta manera, se retorna de forma más ventajosa el polvo cargado en la primera línea del precalentador casi totalmente al proceso de fabricación de cemento.

La eficiencia de la separación del componente volátil se puede incrementar adicionalmente cuando la primera línea del precalentador es accionada con una cantidad de gases de escape más reducida, con preferencia también con una carga más elevada de polvo que la segunda línea del precalentador. De este modo, se genera en la primera línea del precalentador una concentración comparativamente alta del componente volátil en los gases de escape, de manera que la separación siguiente del componente volátil desde los gases de escape de la primera corriente parcial se puede realizar de manera especialmente eficiente.

Con preferencia, la primera corriente de materiales brutos se puede conducir de forma sucesiva a través de al menos dos ciclones de la primera línea del precalentador. La primera corriente de materiales brutos se calienta en este caso en el principio a contracorriente con la primera corriente parcial de los gases de escape, con lo que se expulsa el componente volátil y a continuación se separa de la primera corriente parcial de los gases de escape, mientras que la primera corriente de materiales brutos se conduce en la dirección del horno.

Para la consecución de una estructura más sencilla en la construcción y, por lo tanto, más económica del precalentador es ventajoso que la primera corriente de materiales brutos sea cargada en un tubo ascendente, allí sea mezclada con la primera corriente parcial de los gases de escape y a continuación sea conducida a un ciclón. En la dirección de la circulación de los gases de escape hacia el tubo ascendente, se conduce la primera corriente parcial de los gases de escape a un despolvador de gases calientes, con el que se separa otra porción de la primera corriente de materiales brutos y se retorna al precalentador.

Para la preparación de la primera corriente parcial, desde la que se separa el componente volátil, es favorable que la primera corriente parcial de los gases de escape sea ramificada desde la segunda línea del precalentador.

Para la separación de componentes volátiles medios a difícilmente volátiles, en particular mercurio o amonio, es ventajoso que la primera corriente parcial de los gases de escape sea ramificada entre dos ciclones de la segunda línea del precalentador, siendo la temperatura de los gases de escape con preferencia mayor que 600°C . De acuerdo con una forma de realización preferida, la segunda línea del precalentador presenta cuatro o cinco ciclones, de manera que la primera ramificación de la corriente parcial de los gases de escape se realiza con preferencia entre el segundo ciclo y el tercer ciclón vistos en la dirección de la circulación de los materiales brutos.

Para la separación de componentes volátiles ligeros, en particular compuestos orgánicos, es favorable que la primera corriente parcial de los gases de escape, vista en la dirección de la circulación de los gases de escape, sea ramificada inmediatamente delante de la carga para la segunda corriente de materiales brutos, de manera que la temperatura de los gases de escape está con preferencia entre 450°C y 500°C .

Cuando la primera corriente parcial de los gases de escape se ramifica a una temperatura de los gases de escape de entre 750°C y 800°C desee la segunda corriente parcial de los gases de escape, se pueden expulsar y separar eficientemente, por una parte, componentes difícilmente volátiles, por ejemplo compuestos de azufre, desde la primera corriente de materiales brutos. Además se puede elevar la eficiencia de la purificación de los gases de escape, puesto que con la misma cantidad de gases de escape en la primera línea del precalentador se puede conseguir una producción correspondiente más elevada de la primera corriente de materiales brutos.

Para elevar la producción de la primera corriente de materiales brutos y mejorar la eficiencia energética de la purificación de los gases de escape, es favorable que una porción de la primera corriente parcial, vista en la dirección de la circulación de los gases de escape, sea retornada antes de la separación del componente volátil a la primera línea del precalentador. De acuerdo con ello, se recicla una porción de la primera corriente parcial de los gases de escape a modo de una conducción de la circulación a la primera línea del precalentador. Con preferencia, se retornan entre 50 % y 90 % de los gases de escape de la primera corriente parcial a la primera línea del precalentador, de manera que de forma correspondiente sólo se extrae entre el 50 % y el 10 % de los gases de

escape de la primera corriente parcial desde el precalentador y se utilizan para la separación de componente volátil. Es ventajoso que la temperatura de los gases de escape de la corriente parcial sea bajada antes de la separación del componente volátil. La bajada de la temperatura se puede realizar, por ejemplo, en un enfriador a través de inyección de agua. La bajada de la temperatura se puede combinar también al mismo tiempo con la separación del componente volátil. En este caso, son especialmente adecuados intercambiadores de calor o refrigeradores de evaporación para la bajada de la temperatura a 60°C a 140°C, con preferencia a 60°C a 120°C. A través de la presión reducida del vapor se puede elevar la separación del mercurio en al menos una fase de filtro.

De acuerdo con una primera forma de realización preferida, el componente volátil, en particular mercurio, es separado con la ayuda de un filtro tubular desde los gases de escape de la primera corriente parcial. A través de la reducción correspondiente de la temperatura se condensa el componente volátil presente originalmente en su mayor parte en forma de gas, de manera que las partículas resultantes se pueden separar del material de filtración del filtro tubular. Las partículas con el componente volátil ligado a ellas son descargadas a intervalos regulares desde el filtro tubular y son evacuadas. Con preferencia, se introducen adicionalmente aditivos, como carbón activo, para separar el mercurio desde la fase en forma de gas y separarlo de los gases de escape de la primera corriente parcial.

De manera alternativa al filtro tubular, el componente volátil, en particular mercurio, se puede separar con la ayuda de un lavador desde los gases de escape de la primera corriente parcial. Como líquido de lavar se pueden emplear especialmente soluciones de sulfuro metálico, suspensiones de piedra caliza o lavadores ácidos en combinación con agentes de precipitación órgano sulfídicos, de manera que el componente volátil es concentrado después de un tratamiento de las aguas residuales del lavador. En particular, cuando debe desecharse el componente volátil separado, es ventajoso que éste sea altamente concentrado de manera correspondiente a través del procedimiento de separación.

De manera alternativa a los métodos descritos anteriormente, el componente volátil, en particular mercurio, se puede separar con la ayuda de un adsorbente de lecho fijo o de lecho móvil a partir de los gases de escape de la primera corriente parcial. Con un adsorbente de lecho móvil se pueden conseguir, en principio, grados más elevados de separación y el aprovechamiento de los medios de adsorción empleados es más alto que en procesos de corriente volátil.

De acuerdo con otra forma de realización alternativa, el componente volátil, en particular amoníaco, se puede separar con la ayuda de un reactor catalítico selectivo. Por último, el componente volátil, en particular compuestos orgánicos, se puede separar con la ayuda de una post-combustión térmica.

El cometido en el que se basa la invención se soluciona, además, por medio de un dispositivo del tipo indicado al principio, en el que el precalentador presenta una primera línea que puede ser accionada con una primera corriente parcial de los gases de escape y presenta una segunda línea, que puede ser accionada con una segunda corriente parcial de los gases de escape, en el que la primera línea del precalentador presenta una primera carga para una primera corriente de materiales brutos con una concentración más elevada del componente volátil y la segunda línea del precalentador presenta una segunda carga para una segunda corriente de materiales brutos con una concentración más baja del componente volátil, en el que la primera línea del precalentador está conectada con una fase para la separación del componente volátil desde la primera corriente parcial de los gases de escape, en el que entre la primera y la segunda líneas del precalentador está dispuesto un conducto de conexión, de manera que la primera corriente de materiales brutos calentada a una temperatura de al menos 250°C a través del intercambio de calor con la primera corriente parcial de los gases de escape en la primera línea del precalentador se combina, a una temperatura esencialmente constante de al menos 250°C, con la segunda corriente de materiales brutos de la segunda línea del precalentador.

Con respecto a las ventajas del dispositivo de acuerdo con la invención se remite a la descripción anterior del procedimiento.

Para el tratamiento de materiales brutos con alta concentración del componente volátil en la primera línea del precalentador, es ventajoso que la carga para la primera corriente de materiales brutos esté conectada con un acumulador de polvo para el almacenamiento de polvo, con preferencia polvo de filtro desde un filtro del horno para la despolvado de los gases de escape antes de la salida a la atmósfera.

Para impulsar la segunda línea del precalentador de manera selectiva con materiales brutos de concentración más baja del componente volátil, es favorable que a carga para la segunda corriente de materiales brutos esté conectada con un acumulador de harina bruta para el almacenamiento de harina bruta desde el molino de harina bruta.

La eficiencia de la purificación de los gases de escape se puede incrementar considerablemente cuando el acumulador de polvo está dispuesto separado del acumulador de harina bruta. De acuerdo con ello, los materiales brutos diferentes con respecto a la concentración del componente volátil se almacenan separados unos de los otros o bien se cargan en la línea correspondiente del precalentador.

Con respecto a un funcionamiento eficiente de energía, es ventajoso que la primera línea del precalentador presenta un desempolvador de gases calientes para el desempolvado de los gases de escape de la primera corriente parcial, cuyo desempolvador de gases calientes está conectado a través del conducto para el retorno del polvo separado con la segunda línea del precalentador.

Para la concentración del componente volátil en la primera corriente parcial de los gases de escape es ventajoso que, visto en la dirección de la circulación de los gases de escape, delante de la fase para la separación del componente volátil esté previsto un conducto de circulación para el retorno de una porción de la primera corriente parcial de los gases de escape a la primera línea del precalentador.

Para el funcionamiento de la primera línea del precalentador, con preferencia entre la primera y la segunda líneas del precalentador está previsto un conducto para la ramificación de la primera corriente parcial de los gases de escape desde la segunda corriente parcial de los gases de escape. De acuerdo con ello, los gases de escape para el funcionamiento de la primera línea del precalentador se obtienen desde la segunda corriente parcial de los gases de escape en la segunda línea del precalentador.

De acuerdo con el componente volátil, se pueden emplear diferentes separadores conocidos en el estado de la técnica en sí.

La fase para la separación del componente volátil en la primera corriente parcial de los gases de escape puede presentar un filtro tubular. Por otra parte, la fase para la separación del componente volátil en la primera corriente parcial de los gases de escape puede presentar un lavador. Otras formas de realización preferidas prevén para la separación del componente volátil en la primera corriente parcial de los gases de escape un adsorbente de lecho fijo o de lecho móvil. Además, la fase para la separación del componente volátil en la primera corriente parcial de los gases de escape puede presentar un reactor catalítico selectivo. Por último, en muchas aplicaciones es ventajoso que la fase para la separación del componente volátil en la primera corriente parcial de los gases de escape presente una post-combustión térmica.

La presente invención se explica en detalle con la ayuda de los dibujos adjuntos. En este caso:

La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un dispositivo para la fabricación de cemento clinker de acuerdo con el estado de la técnica.

La figura 2 muestra un diagrama de bloques de un dispositivo de acuerdo con la invención para la separación de componentes volátiles durante la fabricación de cemento clinker.

La figura 3 muestra un diagrama de bloques de otra forma de realización del dispositivo para la separación de componentes volátiles; y

La figura 4 muestra un diagrama de bloques de una primera línea del precalentador del dispositivo de acuerdo con la figura 3.

La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un dispositivo para la fabricación de cemento clinker de acuerdo con el estado de la técnica. El material bruto 10 necesario para la fabricación de cemento clinker se carga en el principio a contracorriente, es decir, en contra de la dirección A de los gases de escape 1, en un precalentador 2, que está constituido normalmente por varios ciclones colocados superpuestos. El material bruto 19 precalentado de manera correspondiente llega desde el precalentador 2 hasta el horno de tubo giratorio 3, donde se quema el material para formar cemento clinker. A través de una instalación de refrigeración y descarga 4 correspondiente se descarga el cemento clinker y se transporta a silos correspondientes (no representados). Antes de la salida de los gases de escape a la atmósfera, éstos son conducidos al menos parcialmente a un molino de harina bruta 6 para un secado por trituration o son refrigerados en una instalación de refrigeración 5, como por ejemplo un refrigerador por evaporación y son desempolvados en un filtro de horno 8. A continuación, los gases de escape 1 llegan a través de una chimenea 9 a la atmósfera. El polvo 12 separado desde el filtro de horno 8 y el material bruto triturado 11 desde el molino de harina bruta 6 son mezclados en un silo 7 y son cargados en común como material bruto 10 en el precalentador 2. A través del tipo de la conducción a contracorriente del material y de la corriente de gases de escape se forma entre la fase de precalentamiento 2 y el molino de harina bruta 6 o bien la al menos una fase de filtro 8 a través del retorno de material un circuito para el mercurio contenido en los gases de escape 1. La corriente de masas de mercurio, que se conduce en el circuito, es en este caso un múltiplo de la corriente de masas de entrada de mercurio desde los materiales brutos frescos y los combustibles.

La figura 2 muestra un diagrama de bloques de una forma de realización de acuerdo con la invención de un procedimiento o bien de un dispositivo para la separación del componente volátil, en la forma de realización mostrada especialmente mercurio, a partir de los gases de escape en la fabricación de cemento clinker. Los gases de escape están representados en este caso con líneas continuas y las corrientes de material están representadas

con líneas discontinuas.

Como se deduce a partir de la figura 2, el precalentador 2 de la instalación mostrada presenta una primera línea 14, que puede ser accionada con una primera corriente parcial 13 de los gases de escape y una segunda línea 16 que puede ser accionada con una segunda corriente parcial 15 de los gases de escape 1. La primera línea 4 es impulsada a través de la carga 17 con una primera corriente de materiales brutos 18 con una concentración más elevada del componente volátil. La segunda línea 16 se impulsa a través de una entrada 19 con una segunda corriente de materiales brutos 20, que presenta una concentración más baja del componente volátil. Los materiales brutos para la fabricación de cemento clinker son conducidos bajo intercambio de calor con los gases de escape 1 a través del precalentador 2 y a continuación son quemados en el horno de tubo giratorio 3. A través del calentamiento de los materiales brutos en el precalentador 2 se evapora el componente volátil ligado en los materiales brutos. A tal fin, se calienta la primera corriente de materiales brutos 18 en la primera línea 14 del precalentador a través de los gases de escape 1 a una temperatura de al menos 250°C, que es suficiente para la expulsión del mercurio.

Como se deduce, además, a partir de la figura 2, entre la primera línea 14 y la segunda línea 16 del precalentador 2 está dispuesto un conducto de conexión 26. La primera corriente de materiales brutos 18 en la primera línea 14 del precalentador 2, que presenta a través del contacto con la primera corriente parcial 13 de los gases de escape 1 una temperatura de al menos 250°C, es transportada a través del conducto de conexión 26 directamente, es decir, sin almacenamiento intermedio, a la segunda línea 16 del precalentador 2, de manera que la temperatura de la primera corriente de materiales bruto 18 no se calienta o bien sólo en una medida no esencial durante el transporte a la segunda línea 16. De acuerdo con ello, se combina la primera corriente de material bruto 18 con temperatura esencialmente constante de al menos 250°C con la segunda corriente de materiales brutos 20 de la segunda línea 16 del precalentador 2. De esta manera, se puede prescindir de un nuevo calentamiento de la primera corriente de materiales brutos 18, a partir de la cual se separa el componente volátil, de modo que se puede elevar la eficiencia energética del procedimiento.

Como se deduce, además, a partir de la figura 2, la carga 17 para la primera corriente de materiales brutos 18 se conecta con un acumulador de polvo 23 para el almacenamiento de polvo, que contiene una porción comparativamente alta del componente volátil. El acumulador de polvo 23 está conectado con el filtro de horno 8 para el despolvo de los gases de escape antes de la salida a la atmósfera. De esta manera, se conduce el polvo 12 que se produce en el filtro del horno 8 a través del acumulador de polvo 23 hacia la carga 17, con la que se carga la primera corriente de materiales brutos 18 en forma de polvo 12 en la primera línea 14 del precalentador 2. Por otra parte, la carga 19 para la segunda corriente de materiales brutos 20 se conecta con un acumulador de harina bruta 24 separada del acumulador de polvo 23 para el almacenamiento de la harina bruta, que se obtiene en el molino de harina bruta 6 a partir de los materiales brutos 10. Por lo tanto, en la instalación mostrada se realiza una división de los materiales brutos en la primera corriente de materiales brutos 18 con la concentración más elevada del componente volátil y en la segunda corriente de material bruto 20 con la concentración más baja del componente volátil.

La figura 3 muestra un esquema de bloques para otra forma de realización del dispositivo de acuerdo con la invención.

Como se deduce a partir de la figura 3, la segunda línea 16 del precalentador 2 presenta cinco ciclones 27 en la forma de realización mostrada. La segunda corriente de materiales brutos 20 (representada en la figura 3 con líneas de trazos) se conduce en el principio a contracorriente hacia la segunda corriente parcial 15 de los gases de escape 1 (representado en la figura 3 con líneas continuas) a través de los ciclones 27 de la segunda línea 16.

Como se deduce, además, a partir de la figura 3, la primera línea 14 del precalentador 2 en la forma de realización mostrada presenta una cascada de ciclones 29 de dos fases conectada con la carga 17, en la que la primera corriente de materiales brutos 18 se mezcla a fondo con la primera corriente parcial 13 de los gases de escape 1 y a continuación se conduce en la dirección de un despolvador de gases calientes 25, con el que se despolvan los gases de escape 1. El despolvador de gases calientes 25 está conectada a través del conducto 26 para el retorno del polvo separado con la segunda línea 16 del precalentador 2.

Como se deduce, además, a partir de la figura 3, entre la primera línea 14 y la segunda línea 16 del precalentador 2 está previsto al menos un conducto 30 para la ramificación de la primera corriente parcial 13 de los gases de escape 1 desde la segunda corriente parcial 15 de los gases de escape 1.

En la figura 3 se representan tres conductos 30', 30'', 30''' diferentes para la ramificación de la primera corriente parcial 13 de los gases de escape 1 desde la segunda línea 16 del precalentador 2, de manera que se puede emplear evidentemente también sólo una de las variantes mostradas.

Como se deduce, además, a partir de la figura 3, el conducto 30' entre dos ciclones 27 desemboca en la segunda línea 16 del precalentador 2. La temperatura de los gases de escape es en este caso esencialmente 600°C.

Por otra parte, la primera corriente parcial 14 de los gases de escape 1 se puede ramificar sobre el conducto 30'', que desemboca, visto en la dirección de la circulación de los gases de escape, directamente delante de la carga 19 para la segunda corriente de materiales brutos 20 en la segunda línea 16 del precalentador. La temperatura de los gases de escape está en este caso entre 450°C y 500°C.

Por último, la primera corriente parcial 13 de los gases de escape 1 a una temperatura de los gases de escape de entre 750°C y 800°C se puede ramificar a partir de la segunda corriente parcial 15 de los gases de escape 1. A tal fin, el conducto 30''' en la forma de realización mostrada está conectado con el quinto ciclón 27 visto en la dirección de la corriente de material. De manera alternativa, el conducto 30''' puede partir también en la zona de un calcinador 31 o del cuarto ciclón 27 (no mostrado) desde la segunda línea 16 del precalentador 2.

Como se deduce, además, a partir de la figura 3, la primera línea 14 del precalentador 2 está conectada con una fase 21 para la separación del componente volátil (o de diferentes componentes volátiles) a partir de la primera corriente parcial 13 de los gases de escape 1, que presenta, por ejemplo, un filtro tubular. Delante de la fase 21 está dispuesto, además, un refrigerador 34 para la refrigeración de la primera corriente parcial 13 a una temperatura de, por ejemplo, 120°C. A la primera corriente parcial 13 se añade, después de la circulación a través del refrigerador 34, a continuación un agente de adsorción 35, por ejemplo, carbón activo o soluciones de sulfuro metálico, antes de que se separe el componente volátil en la fase de separación 21. Las sustancias nocivas separadas en la fase de separación son descargadas a través de un conducto (no mostrado) desde el sistema. De esta manera, se separa el componente volátil desde la primera corriente parcial 13 de los gases de escape, conducida a través de la primera línea 14, que ha sido enriquecida previamente con el componente volátil desde la primera corriente de materiales brutos 18. En la primera corriente parcial 13 de los gases de escape los componentes volátiles están contenidos en altas concentraciones, con lo que se puede incrementar esencialmente la eficiencia de la purificación de los gases de escape en la fase 21 siguiente. Para el incremento adicional de la eficiencia se acciona la primera línea 14 del precalentador 2 con una cantidad más reducida de gases de escape que la segunda línea 16 del precalentador. Además, la primera corriente parcial 13 de los gases de escape 1 se combina en la dirección de la dirección de la circulación después de la fase 21 para la separación del componente volátil a través del conducto 33 con la segunda corriente parcial 15 de los gases de escape. Los gases de escape 1 se pueden conducir a continuación al molino de harina bruta 6. En el funcionamiento directo, los gases de escape 1 son conducidos después de la confluencia de las corrientes parciales 13, 15 a través de un conducto 33' directamente al filtro del horno 8.

La figura 4 muestra una forma de realización preferida del dispositivo, en la que una porción de la primera corriente parcial 13 entre la primera línea 14 del precalentador 2 y el desempolvador de gases calientes 25 es retornada a la primera línea 14 del precalentador 2. A tal fin, está previsto un conducto de circulación 32, con el que una porción de la primera corriente parcial 13 de los gases de escape 1 es ramificada en la dirección de la circulación detrás del ciclón 29 y se recircula en la dirección de la circulación delante del tubo ascendente 28 a la primera línea 14 del precalentador 2. De acuerdo con ello, la porción de la primera corriente parcial 13 de los gases de escape 1 circula en la primera línea 14 del precalentador 2, mientras la porción restante de la primera corriente parcial 13 se conduce hacia la fase 21, con la que se separa el componente volátil.

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la separación de al menos un componente volátil, por ejemplo mercurio, talio, compuestos orgánicos, compuestos de azufre o de nitrógeno, a partir de gases de escape (1) en la fabricación de cemento clinker, en el que los materiales brutos (10) para la fabricación de cemento clinker son conducidos bajo intercambio de calor con los gases de escape (1) a través de un precalentador (2) y a continuación son quemados en un horno tubular giratorio (3), siendo evaporado a través de calentamiento de los materiales brutos (1) en el precalentador (2) el componente volátil ligado en los materiales brutos (10), que se separa de los gases de escape (1), **caracterizado** porque una primera corriente de materiales brutos (18) con una concentración más elevada del componente volátil es separada en una primera línea (14) del precalentador (2) y una segunda corriente de materiales brutos (20) con una concentración más baja del componente volátil es separada en una segunda línea (16) del precalentador (2), en el que la primera línea (14) del precalentador (2) es accionada con una primera corriente parcial (13) de los gases de escape (1) del horno tubular giratorio (3) y la segunda línea (16) del precalentador (2) es accionada con una segunda corriente parcial (15) de los gases de escape (1) del horno tubular giratorio (3), en el que el componente volátil es separado de la primera corriente parcial (13) de los gases de escape (1) conducida a través de la primera línea (14) del precalentador (2), en el que la primera corriente de materiales brutos (18) calentada a una temperatura de al menos 250°C a través del intercambio de calor con la primera corriente parcial (13) de los gases de escape (1) en la primera línea (14) del precalentador (2) se combina, a una temperatura esencialmente constante de al menos 250°C, a través de una línea de conexión (26) entre la primera (14) y la segunda línea (16) del precalentador (2) con la segunda corriente de materiales brutos (20) de la segunda línea (16) del precalentador (2).
- 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la primera corriente de materiales brutos (18) contiene polvo de la fabricación de cemento clinker o porque la primera corriente de materiales brutos (18) contiene una porción más alta de compuestos de carbono, compuestos de azufre, por ejemplo piritas o compuestos de amonio, que la segunda corriente de materiales brutos (20).
- 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la primera corriente parcial (13) de los gases de escape, conducida a través de la primera línea (14) del precalentador (2), es desempolvada en primer lugar y a continuación se separa su componente volátil, en el que el polvo separado desde la primera corriente parcial (13) es retornado a la segunda línea (16) del precalentador (2).
- 4.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque la primera línea (14) del precalentador (2) es accionada con una cantidad de gas residual más reducida, con preferencia también con una carga más elevada de polvo que la segunda línea (16) del precalentador (2).
- 5.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque la primera corriente de materiales brutos (18) es conducida sucesivamente a través de al menos dos ciclones (2) de la primera línea (14) del precalentador (2) o porque la primera corriente de materiales brutos (18) es cargada en un tubo ascendente (28), allí se mezcla con la primera corriente parcial (13) de los gases de escape (1) y a continuación se conduce en un ciclón (29).
- 6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque la primera corriente parcial (13) de los gases de escape (1) se ramifica desde los gases de escape (1) de la segunda línea (16) del precalentador (2), en el que la primera corriente parcial (13) de los gases (1) se ramifica con preferencia entre dos ciclones (27) de la segunda línea (16) del precalentador (2), en el que la temperatura de los gases de escape es con preferencia más alta que 600°C, o porque la primera corriente parcial (13) de los gases de escape (1), vista en la dirección de la circulación de los gases de escape (1), se ramifica inmediatamente antes de la carga (19) para la segunda corriente de materiales brutos (20), en el que la temperatura de los gases de escape está con preferencia entre 450°C y 500°C, o porque la primera corriente parcial (13) de los gases de escape (1) se ramifica a una temperatura de los gases de escape de entre 750°C y 800°C desde la segunda corriente parcial (15) de los gases de escape (1).
- 7.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque una parte de la primera corriente parcial (13), vista en la dirección de la circulación de los gases de escape (1), es retornada antes de la separación del componente volátil a la primera línea (14) del precalentador (2).
- 8.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque la temperatura de los gases de escape de la primera corriente parcial (13) se baja antes de la separación del componente volátil.
- 9.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque el componente volátil, en particular mercurio, es separado con la ayuda de un filtro tubular o con la ayuda de un lavador o con la ayuda de un adsorbente de lecho fijo o de lecho móvil desde los gases de escape (1) de la primera corriente parcial (13) y/o porque el componente volátil, en particular amoníaco, es separado con la ayuda de un reactor catalítico selectivo o porque el componente volátil, en particular compuestos orgánicos, es separado con la ayuda de una combustión

térmica posterior.

- 5 10.- Dispositivo para la separación de al menos un componente volátil, por ejemplo mercurio, talio, compuestos orgánicos, compuestos de azufre o de nitrógeno, a partir de gases de escape (1) en la fabricación de cemento clinker, con un precalentador (2), una carga para los materiales brutos necesaria para la fabricación de cemento clinker en el principio a contracorriente en contra de la dirección de los gases de escape (1) en el precalentador (2), y con un horno tubular giratorio (2) para la combustión de los materiales brutos (10), **caracterizado** porque el precalentador (2) presenta una primera línea (14) que puede ser accionada con una primera corriente parcial (13) de los gases de escape (1) y presenta una segunda línea (16), que puede ser accionada con una segunda corriente parcial (15) de los gases de escape (1), en el que la primera línea (14) del precalentador (2) presenta una primera carga (17) para una primera corriente de materiales brutos (18) con una concentración más elevada del componente volátil y la segunda línea (16) del precalentador (2) presenta una segunda carga (19) para una segunda corriente de materiales brutos (20) con una concentración más baja del componente volátil, en el que la primera línea (14) del precalentador (2) está conectada con una fase (21) para la separación del componente volátil desde la primera corriente parcial (13) de los gases de escape (1), en el que entre la primera y la segunda líneas (14, 16) del precalentador (2) está dispuesto un conducto de conexión (26), de manera que la primera corriente de materiales brutos (18) calentada a una temperatura de al menos 250°C a través del intercambio de calor con la primera corriente parcial (13) de los gases de escape (1) en la primera línea (14) del precalentador (2) se combina, a una temperatura esencialmente constante de al menos 250°C, con la segunda corriente de materiales brutos (20) de la segunda línea (16) del precalentador (2).
- 15 11.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado** porque la carga (17) para la primera corriente de materiales brutos (18) está conectada con un acumulador de polvo (12) para el almacenamiento de polvo, con preferencia polvo filtrado por un filtro del horno (8) para el despolvado de los gases de escape (1) antes de la salida a la atmósfera, y/o porque la carga (19) para la segunda corriente de materiales brutos (20) está conectada con un acumulador de harina bruta (24) para el almacenamiento de harina bruta desde un molino de harina bruta (6), en el que el acumulador de polvo (23) está dispuesto con preferencia separado del acumulador de harina bruta.
- 25 12.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, **caracterizado** porque la primera línea (14) del precalentador (2) presenta un despolvador de gases calientes (25) para el despolvado de los gases de escape (1) de la primera corriente parcial (13), cuyo despolvador de los gases de escape (25) está conectado a través de un conducto (26) para el retorno del polvo separado con la segunda línea (16) del precalentador (2)
- 30 13.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado** porque visto en la dirección de la circulación de los gases de escape (1) antes de la fase (21) para la separación del componente volátil está previsto un conducto de circulación para el retorno de una porción de la primera corriente parcial (13) de los gases de escape (1) a la primera línea (14) del precalentador (2).
- 35 14.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizado** porque entre la primera y la segunda líneas (14, 16) del precalentador (2) está previsto un conducto (30) para la ramificación de la primera corriente parcial (13) de los gases de escape (1) desde la segunda corriente parcial (15) de los gases de escape (1).
- 40 15.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 14, **caracterizado** porque la fase (21) presenta para la separación del componente volátil en la primera corriente parcial (13) de los gases de escape (1) un filtro tubular o un lavador o un adsorbente de lecho sólido o móvil o un reactor catalítico selectivo o una combustión térmica posterior.
- 45

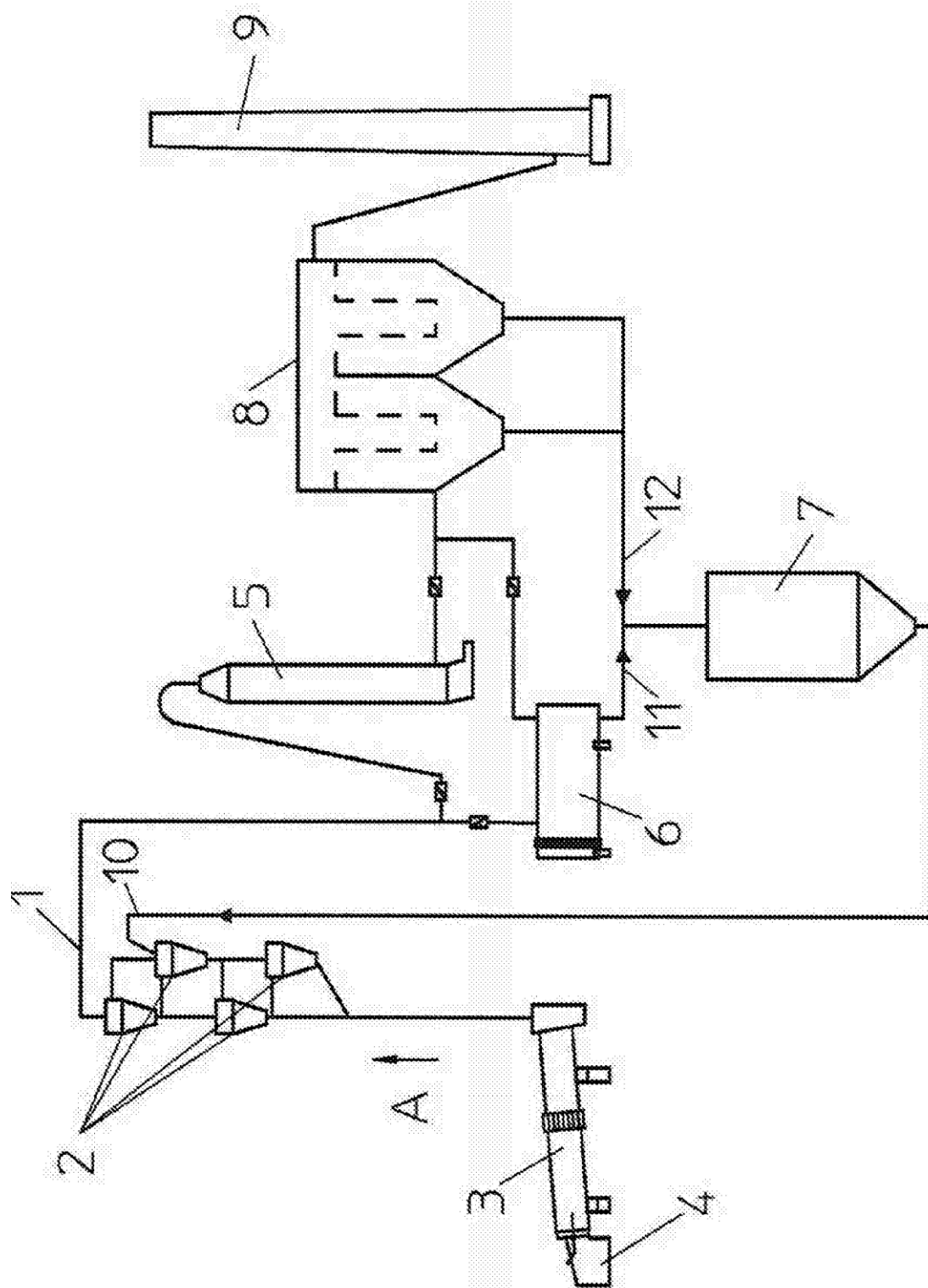


Fig. 1

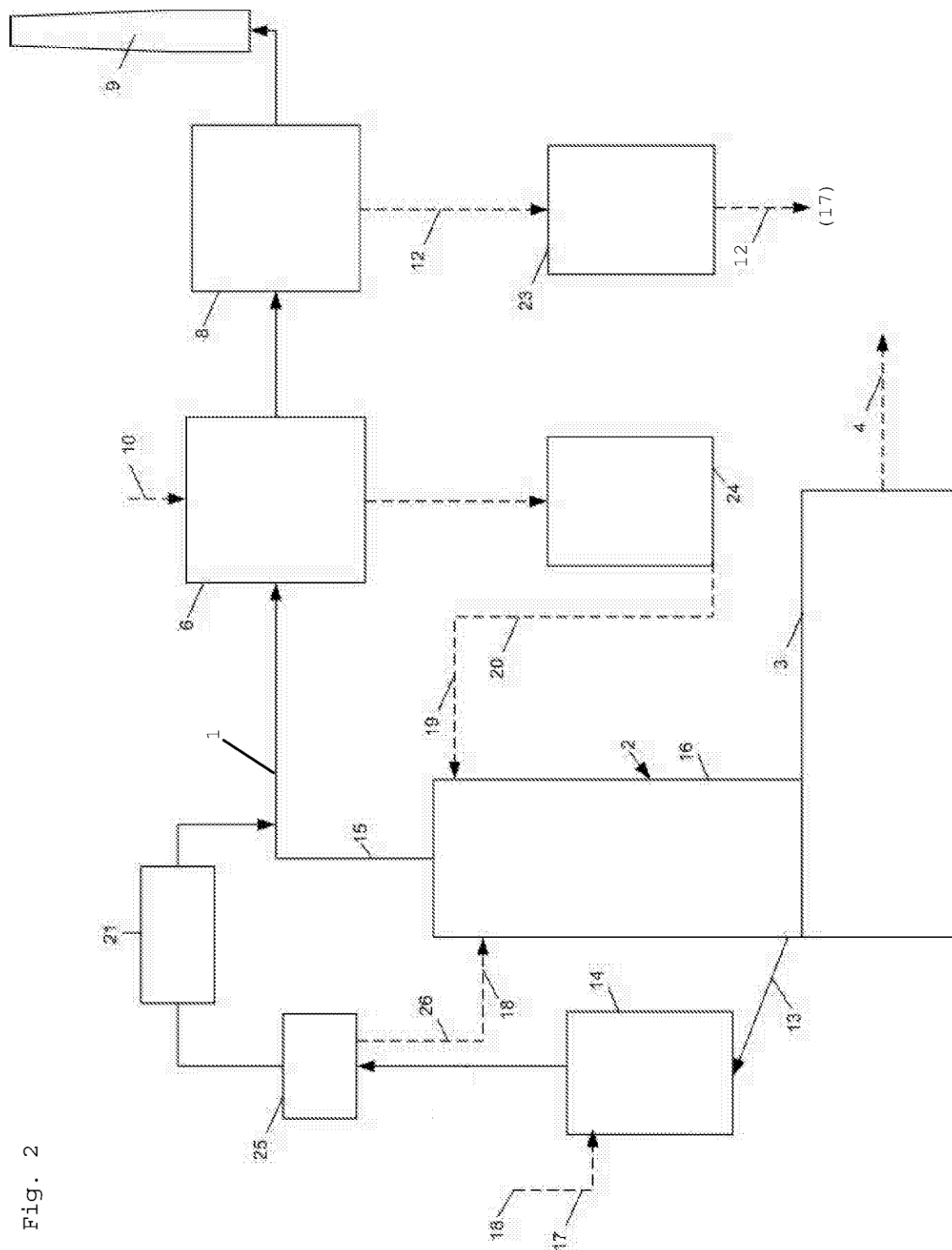


Fig. 2

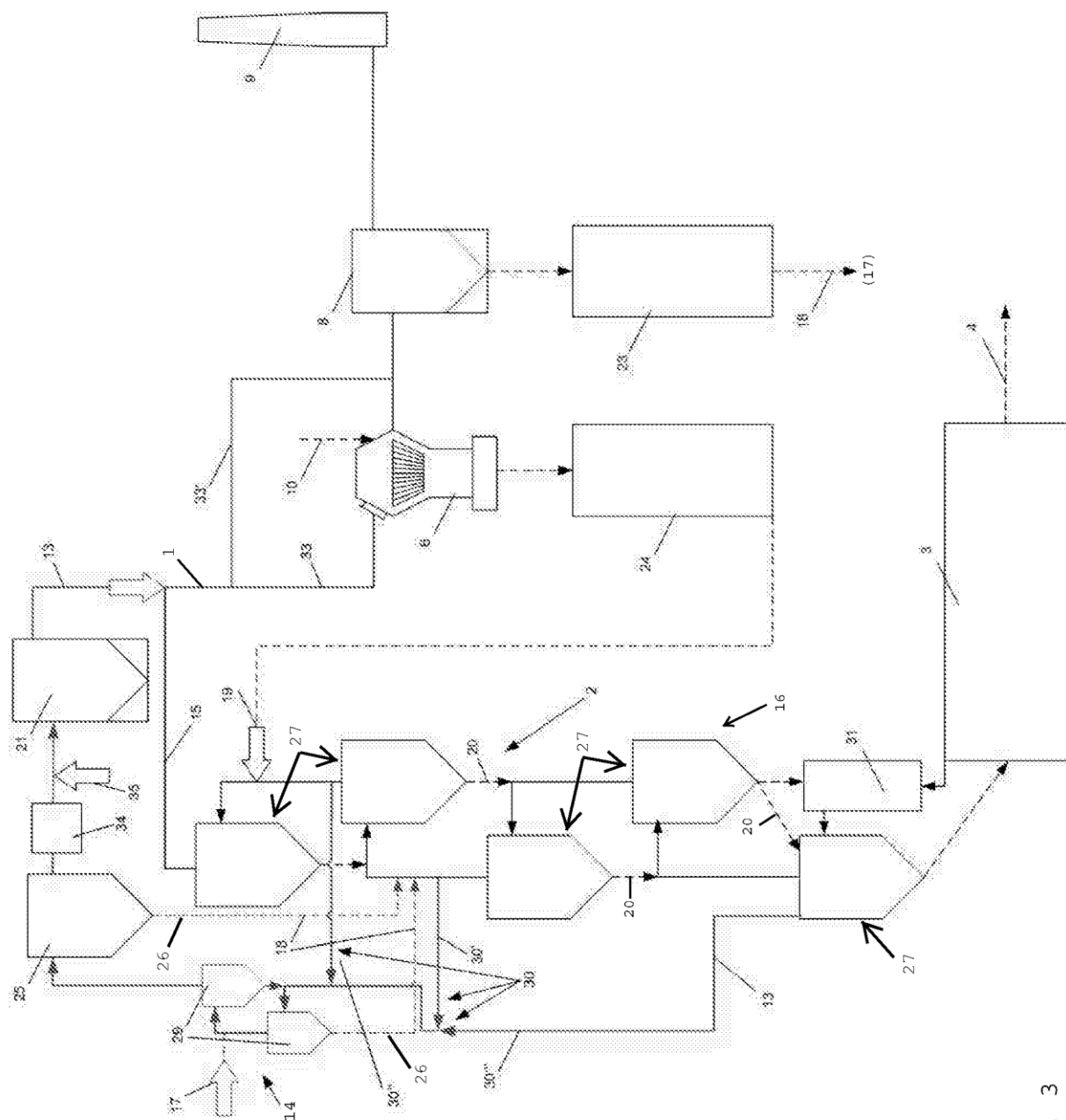


Fig. 3

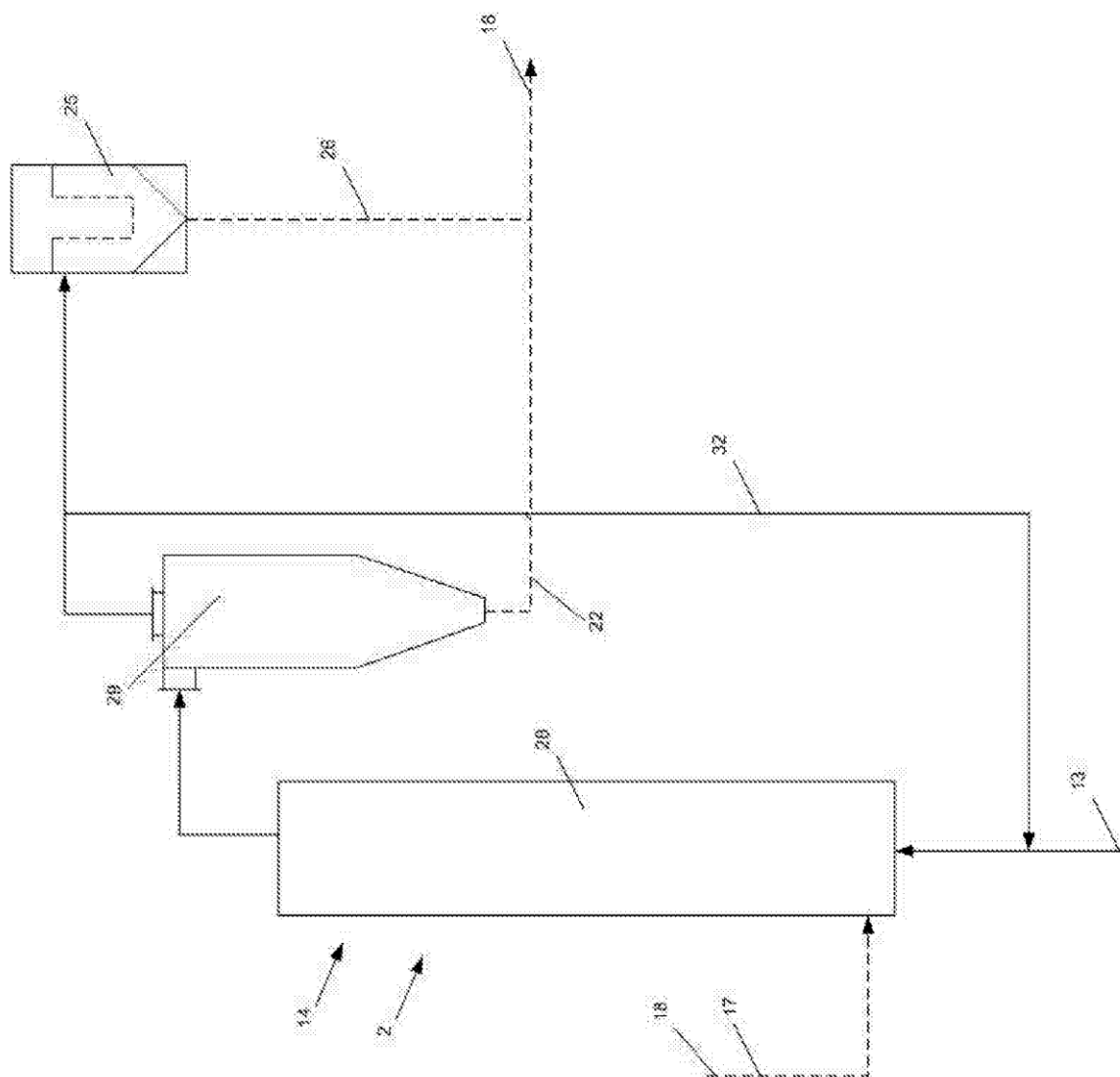


Fig. 4