

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 830**

51 Int. Cl.:

**C04B 7/60**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.07.2015** **E 15176157 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.01.2018** **EP 3115345**

54 Título: **Procedimiento y aparato de producción de clinker de cemento**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**23.04.2018**

73 Titular/es:

**SÜDBAYERISCHES PORTLAND-ZEMENTWERK  
GEBR. WIESBÖCK & CO. GMBH (100.0%)  
Sinning 1  
83101 Rohrdorf, DE**

72 Inventor/es:

**LEIBINGER, HELMUT**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 664 830 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 aparato de producción de clinker de cemento

**Campo de la invención**

5 La invención se refiere al campo de la fabricación de clinker de cemento, en particular a un procedimiento para la eliminación de cloro del proceso de clinker. En primer lugar, un flujo de gas de derivación de cloruro se dispone mediante la aportación de una fracción de un flujo de gas de escape principal. Dicho flujo de gas de derivación es enfriado en una primera etapa de enfriamiento mezclándose con un gas de enfriamiento. El despolvoreo subsiguiente elimina el polvo del flujo de gas de derivación de cloruro. El calor restante es recuperado mediante enfriamiento del flujo de gas de derivación de cloruro desempolvado en una segunda etapa de enfriamiento  
10 mediante la provisión de un contacto térmico del flujo de gas de derivación de cloruro desempolvado con al menos un fluido portador de calor, el cual, a su vez, es calentado.

**Descripción de la técnica relacionada**

15 Para la fabricación de clinker de cemento, el cual es generalmente designada brevemente como "clinker", una harina cruda es calcinada y sinterizada en un horno tubular de clinker de cemento, brevemente designado en general como "horno"). Para potenciar la eficiencia energética, la harina cruda es precalentada haciéndola contactar con el gas de escape del horno en un llamado precalentador. Un sumario del proceso de clinker se ofrece en "Der Herstellungsprozess", Dr. Joachim Harder publicado en ZKG-Handbuch Zementanlagenbau 2013 / 2014, Bauverlag Gütersloh.

20 El cloro es una preocupación seria en la producción de clinker, en cuanto aumenta el consumo de combustión y la corrosión. El cloro está incrustado en la red cristalográfica de la arcilla utilizada para la producción de harina cruda y está presente en el combustible y de esta manera se suministra al horno. El cloro introducido en el horno mediante sustancias orgánicas forma ácido clorhídrico (HCl). Este HCl es transportado con los gases de combustión hacia el precalentador, donde es absorbido por la cal libre (CaO) formando así Cloruro de Calcio (CaCl<sub>2</sub>). Este CaCl<sub>2</sub> vuelve a entrar en el horno con la harina cruda. Con independencia de su origen, el cloro se encuentra de esta forma  
25 presente en la fase líquida en la zona de transición y de combustión del horno. Allí, el cloro forma sales, en particular cloruro de potasio (KCl), cloruro de sodio (NaCl). Estas sales se evaporan y dejan el horno con el gas de combustión. En el precalentador estos cloruros se condensan sobre la harina cruda. Así, los cloruros circulan entre el horno y el precalentador y se acumulan. Así mismo, los cloruros se condensan sobre el propio calentador y reducen el área de flujo lo que se traduce en un atascamiento del precalentador. Los componentes del gas de combustión que se evaporan en el horno y se condensan sobre la harina cruda vuelven a circular de la misma  
30 manera. Para reducir estas circulaciones internas es conocido un sistema de derivación, la llamada derivación de cloruro. Estas circulaciones internas y sistemas de derivación de cloruro han sido objeto de numerosas publicaciones, por ejemplo, "Numerosas Razones para instalar una Derivación de Cloruro. Interacción entre Cloruro y Sulfuro" (Ebbe Jøns, et al., en los Anales de la Conferencia Técnica de Cemento Industrial, 2008, IEEEE, p 195ff) o "Ein neues Chlorid-Bypass-System mit stabiler Ofenführung und Staubverwertung" (Sutou et al ZKG Int, Vol. 54, No. 3, 2001, p. 121ff), para nombrar solo dos.

Una derivación de cloruro aspira una fracción (típicamente de un 3% a un 10%) de los gases de combustión antes de que sean considerablemente enfriados. En los países árabes, la "fracción" llega hasta el 100%. A continuación, la fracción es enfriada por debajo de la temperatura de condensación de los cloruros mezclándola con aire puro. Los cloruros se condensan sobre el polvo portado por los gases de combustión y pueden ser eliminados mediante el filtrado de la fracción enfriada. El gas filtrado es sometido a un tratamiento de gas de desecho y liberado. Como se sugiere en la Patente alemana DE 10 2011 052 561, el gas filtrado puede, como alternativa, ser también utilizado para calentar una caldera de agua y a continuación añadido al extremo caliente de un enfriador de clinker como gas de enfriamiento. Allí, el gas de escape de derivación de cloruro es calentado al enfriar, a su vez, el clinker. Una  
40 parte del gas de enfriamiento calentado puede ser aportado por medio de un conducto de aire terciario a un calcinador, la otra parte es aportada al horno como aire secundario.

El documento US 7,947,242 B2 afronta el problema del cloro y el enriquecimiento de sulfuro en el proceso de clinker aspirando un gas de derivación de cloruro a partir de su entrada en el horno (harina cruda), separando el polvo más basto mediante un clasificador y la retirada de las partículas de polvo finas mediante un colector de polvo húmedo. De esta forma es retirado el dióxido de sulfuro de los gases de combustión y con ello el gas de derivación de cloruro, en cuanto el dióxido de sulfuro (SO<sub>2</sub>) reacciona con el hidróxido de calcio (Ca(OH)<sub>2</sub>) que se genera mediante la reacción del óxido de calcio (CaO) de las partículas finas con agua. El yeso así obtenido es añadido al clinker en el momento de la molienda. Una solución similar se sugiere en el documento DE 4442563 A1.

55 El documento US 2014/0366499 A se refiere a un dispositivo de derivación de cloruro y sugiere el enfriamiento del gas de escape del horno mezclando dicho gas de escape con el aire de enfriamiento para de esta forma enfriar el gas de derivación a temperaturas que permiten el despolvoreo del gas de derivación de cloruro mediante filtros de bolsa, que típicamente es de aproximadamente 200° C.

**Sumario de la invención**

El problema a resolver por la invención es optimizar el proceso de clínker de cemento teniendo en cuenta la derivación de cloruro.

5 La invención se basa en la observación de que la finalidad de proporcionar un aire terciario al calcinador y un aire secundario al horno es la de aportar el oxígeno requerido para la calcinación y combustión en el proceso. Sin embargo, el gas de escape de derivación de cloruro presenta - en comparación con el aire puro - un contenido en oxígeno considerablemente reducido. Suministrando así un gas de escape de derivación de cloruro al enfriador de clínker presenta el inconveniente de que el contenido en oxígeno del aire secundario y terciario se reduce. Como alternativa, el escape de derivación de cloruro puede liberarse con el flujo de gas de escape principal, pero dado que  
10 el gas de escape de derivación es una mezcla de aire y de gases de combustión, ello incrementa el contenido en oxígeno del gas de escape liberado, haciendo con ello difícil si no imposible cumplir con los límites de emisión gubernamentales. Así mismo, el volumen por cantidad de tiempo al que debe ser sometido el tratamiento de gas de desecho se potencia de manera considerable enfriando el gas de derivación mediante su mezcla con el aire puro.

15 El documento DE 24 24 321 A1 se refiere a una fabricación de clínker y arranca de la observación de que los sistemas de derivación de la técnica anterior rebajan el enfriamiento de los gases de derivación caliente mediante el enfriamiento por inyección de agua y mediante la mezcla del gas de derivación con aire a temperatura ambiente. La correspondiente humedad del gas de derivación se considera que impone un límite inferior sobre la concentración de polvo del gas de derivación. Para reducir este límite el documento DE 24 24 372 A1 sugiere mezclar el gas de derivación antes de su despolvoreo con un gas previamente enfriado a partir del flujo de gas de escape principal,  
20 que es más frío y que presenta un punto de rocío más elevado.

El volumen aumentado provoca costes considerables, porque el dimensionamiento de los medios de tratamiento del gas de escape tiene que ser incrementado en la medida correspondiente. Otro inconveniente es que la etapa de mezcla con aire puro a temperatura ambiente reduce significativamente la energía del gas de derivación de cloruro y con ello la cantidad de energía que puede ser recuperada y suministrada a los sumideros de calor en la línea de  
25 fabricación de clínker de cemento.

Soluciones a estos problemas se describen en las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes se refieren a formas de realización adicionales de la invención.

Una idea central de la invención es sustituir el aire utilizado para enfriar el gas de escape de derivación de cloruro mediante el gas de escape previamente enfriado extraído en el extremo frío de la derivación de cloruro y / o en el extremo frío del tratamiento de gas de escape del horno principal. La cantidad de gas de escape puede sustancialmente reducirse, al utilizar el gas de escape de derivación de cloruro previamente enfriado y / o el gas de escape del horno enfriado como líquido refrigerante para el gas de escape (en lugar de aire) de derivación de cloruro antes de el despolvoreo del gas de escape de derivación de cloruro.  
30

De acuerdo con la invención se suministra un flujo de gas de derivación de cloruro (brevemente "gas de derivación") aspirando al menos una fracción (por ejemplo de un 1% a un 15%, de modo preferente de un 3% a un 10%) del flujo de gas de escape principal, esto es, del flujo de gas de escape suministrado a partir del horno hacia el precalentador, ya sea directamente o por medio de un calcinador. De modo preferente, el gas de derivación es extraído, antes de que se enfríe de manera considerable, por ejemplo, antes de que se sitúe en contacto con la harina cruda antes del precalentador.. A continuación, el gas de derivación es refrescado en una primera etapa de enfriamiento a una primera temperatura ( $T_1$ ). A esta primera temperatura  $T_1$  la condensación de los cloruros o de otros componentes que tienen que ser eliminados del gas de derivación puede tener lugar y los cloruros pueden condensarse sobre las partículas de polvo. Así, el despolvoreo anterior a la primera etapa de enfriamiento debe omitirse o al menos aplicarse de manera incompleta hasta el punto en que sea una cantidad suficiente de polvo la que permanezca en el gas de derivación para obtener núcleos de condensación. El enfriamiento se obtiene  
40 mezclando el gas de derivación con un gas de enfriamiento, esto es, un gas que sea más frío que el gas de derivación antes de la primera etapa de enfriamiento. La mezcla se puede obtener en una cámara de mezcla que puede estar situada corriente abajo de la admisión de derivación de cloruro en la que dicha fracción del gas de escape del horno es extraída.  
45

A continuación, puede ser despolvado el gas de derivación enfriado, esto es, el polvo de clínker, el polvo de la harina cruda u otras partículas que sean transportadas por el flujo de gas de derivación son, al menos parcialmente, eliminadas del gas de derivación, por ejemplo mediante unos medios de eliminación de polvo, de modo preferente un filtro de gas caliente. Los procedimientos de filtrado de gas caliente son conocidos de por sí, los filtros electrostáticos pueden ser utilizados así como los filtros cerámicos u otros. El polvo eliminado es enriquecido con cloro y en último término los metales pesados y no deben ser suministrados de nuevo al horno o a un calcinador. El polvo eliminado puede, por ejemplo, al menos hasta cierto punto, ser añadido a la línea de clínker corriente abajo del horno, por ejemplo, al moler el clínker.  
50  
55

El gas de derivación despolvado es sometido a una segunda etapa de enfriamiento uniendo en contacto térmico el gas de derivación con al menos un fluido portador de calor, el cual a su vez es enfriado. Después de una etapa de

enfriamiento, el gas de derivación tiene una temperatura de  $T_2$ , lo que se analizará más adelante. El fluido portador de calor puede ser un gas y / o líquido. Puede haber una fase de transición de líquida a gaseosa debido al calentamiento del líquido calorífero con el gas de derivación. El fluido portador de calor puede ser, por ejemplo, agua que sea presurizada mediante dicho cambiador de calor para ser expandida en la turbina para de esta forma conseguir que sea disponible la energía mecánica. Como alternativa, el fluido portador de calor puede ser un fluido orgánico altamente estable incluso a altas temperaturas, típicamente designado como aceite térmico. Este último es en particular razonable en el caso de que el calor sea transportado y / o utilizado para calentar otro fluido en un segundo cambiador de calor. Otros fluidos caloríferos pueden también ser utilizados, llamados aceites térmicos, sales fundidas, gases de reducción del  $CO_2$ , etc.

5  
10  
15  
Típicamente, dicho contacto térmico puede obtenerse mediante el uso de un cambiador de calor. En este último caso, el gas de derivación despolvado se aporta a la entrada caliente del cambiador de calor y es extraído por su salida fría. A su vez, el fluido portador de calor se aporta en la entrada fría del cambiador de calor y es extraído a partir de su salida caliente. El calor de esta manera recuperado puede ser utilizado como calor de tratamiento, por ejemplo (al menos en parte) para secar o precalentar harina cruda o combustibles de calidad baja. Como alternativa, puede ser suministrado a un motor de calor para su conversión en energía mecánica, por ejemplo a una turbina de vapor. La energía mecánica puede ser convertida (al menos en parte) en electricidad utilizando un generador eléctrico).

20  
Al menos una fracción del gas de derivación obtenido por la segunda etapa de enfriamiento es utilizado como líquido refrigerante en la primera etapa de enfriamiento. En otras palabras, al menos parte del gas de derivación se pone de nuevo en circulación. Esto se puede conseguir instalando un conducto que conecte la salida fría del cambiador de calor con la entrada de la cámara de mezcla.

25  
30  
Por consiguiente, el flujo de gas de escape de derivación, esto es, la cantidad de gas que sale de la derivación de cloruro se reduce significativamente. En un estado fijo del proceso de clínker, el flujo de gas de escape de derivación (masa por tiempo) es el mismo que el flujo que es extraído del flujo de gas de escape principal (desdeñando la masa y el volumen del polvo que es eliminado). Así mismo, el gas de escape de derivación no está enriquecido con oxígeno y puede ser liberado si se requiere después de un ulterior tratamiento de los gases de combustión. Como alternativa, el gas de escape de derivación puede también disponerse en una entrada de líquido refrigerante de un enfriador de clínker y de esta manera quedaría sometido al tratamiento normal de los gases de combustión. El gas de escape de derivación es ya despolvado y podría mezclarse con el flujo de gas de escape principal, de modo preferente, después de que el flujo de gas de escape principal haya sido también despolvado.

Adicionalmente o como alternativa, el gas de enfriamiento puede ser extraído del flujo de gas de escape de gas corriente abajo del precalentador. De modo preferente, después de la etapa de despolvado y / o de una etapa de enfriamiento adicional. El efecto es similar, ninguna cantidad de oxígeno es introducida en el (los) escape(s), y se reduce la cantidad global del gas de escape.

35  
40  
De modo preferente, el gas de derivación es sometido a una reducción catalítica selectiva (SCR) antes de la segunda etapa de enfriamiento. Esta etapa es designada como etapa SCR. En esta etapa del proceso, esto es, después de la primera etapa de enfriamiento, la temperatura  $T_1$  del gas de derivación sigue siendo suficiente para la SCR. Así mismo, durante la SCR, la temperatura del gas de derivación se eleva de nuevo y la energía térmica adicional puede ser transferida al fluido portador de calor y de esta manera resultar disponible como calor del proceso en la segunda etapa de enfriamiento.

45  
Solo para evitar equívocos, la SCR es un procedimiento de conversión de óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ) en Nitrógeno ( $N_2$ ), y agua ( $H_2O$ ) añadiendo un agente reductor (por ejemplo amoníaco ( $NH_3$ ), amoníaco acuoso, hidróxido de amoníaco ( $NH_4 OH$ ) etc.), al gas de derivación y sometiendo dicho gas de derivación obtenido a un catalítico. Catalíticos típicos son óxido de titanio y óxidos de metales básicas (por ejemplo vanadio, molibdeno, y tungsteno), zeolitas o diversos metales preciosos (o combinaciones de estos).

50  
Por ejemplo la etapa SCR puede tener lugar justo antes de la segunda etapa de enfriamiento. En este ejemplo, el catalizador puede estar situado entre el medio de eliminación de polvo y un cambiador de calor para cambiar el gas de derivación en la segunda etapa de enfriamiento. El agente reductor puede ser añadido al gas de derivación corriente arriba del catalizador, esto es, antes de que el gas de derivación contacte con el catalizador. En una forma de realización particularmente preferente, el catalizador está incluido en el medio de eliminación de polvo. Por ejemplo, el medio de despolvado puede comprender un filtro cerámico que puede ser utilizado como portador del material catalítico. El (los) catalizador(es) puede(n) quedar incluido(s) en el filtro cerámico. Otra ventaja de una etapa SCR es que se reduce la concentración de dioxinas, de sustancias orgánicas volátiles denominadas VOCs y, por consiguiente, su emisión por la línea de clínker de cemento también se reduce.

55  
En la primera etapa de enfriamiento el gas de derivación puede ser enfriado, de modo preferente, hasta aproximadamente  $400^\circ C \pm 50 K$ . A estas temperaturas, los cloruros se condensan rápidamente y pueden ser separados del gas mediante la etapa de despolvado. Así mismo, este régimen de temperatura es conocido como perfecto para la SCR opcional y la energía del gas de derivación que puede ser transferida en la segunda etapa de enfriamiento, se potencia al máximo. En el caso de la etapa SCR se omite la temperatura  $T_1$  del gas de derivación

después de que la primera etapa de enfriamiento puede ser incluso más elevada (por ejemplo 450 - 650° C) para potenciar aún más la energía, cuando las temperaturas de ebullición de KCl, NaCl y CaCl<sub>2</sub> sean de 1420° C, 1413° C, 1935° C, respectivamente. Pero a temperaturas más elevadas, el tiempo para obtener una condensación suficiente es más largo, porque las partículas de polvo que sirven como núcleos de condensación se enfrían más lentamente que el propio gas. Así mismo, la resistividad térmica del filtro (= medios de eliminación de polvo) para la etapa de despolvoreo, debe ser tomada en consideración, esto es, el filtro debe poder soportar la correspondiente temperatura T<sub>1</sub>. En la práctica, los medios de eliminación de polvo limitan probablemente el máximo de la temperatura T<sub>1</sub>,

En la segunda etapa de enfriamiento el gas de derivación puede ser enfriado hasta aproximadamente 120° C ± 50 K. Por encima de 100° C el agua del gas de derivación no se condensa y no aparecen ácidos acuosos que soporten la corrosión del cambiador de calor o de los conductos de gas de derivación. Así mismo, este régimen de temperaturas es comparativamente sencillo de manejar.

Entre la primera y la segunda etapas de enfriamiento, el gas de derivación, de modo preferente, es sometido a una oxi-cat, esto es, a un catalizador para hidrocarburos de oxidación. El oxi-cat, de modo preferente, es situado directamente corriente arriba del cambiador de calor para llevar a cabo la segunda etapa de enfriamiento.

### **Descripción de los dibujos**

A continuación se describirá la invención a modo de ejemplo, sin limitación del concepto inventivo general, sobre ejemplos de formas de realización con referencia a los dibujos.

La Figura 1 muestra un dibujo esquemático de una línea de clínker de cemento.

La Figura 2 muestra un diagrama de flujo esquemático de un sistema de derivación de cloruro.

La línea de clínker de cemento de la Fig. 1 comprende como es habitual un precalentador 2, un horno tubular 30 y un enfriador 4 de clínker. La harina 8 cruda es precalentada en el precalentador 2 y alimentada en la entrada 31 del horno. En el horno 30 la harina 8 cruda es calcinada y sinterizada en clínker. El clínker 9 es descargado sobre el enfriador 4 de clínker y puede ser tratado posteriormente después de ser enfriado (indicado mediante una flecha, que simboliza el clínker 9), por ejemplo mediante molienda. El aire caliente procedente del enfriador 4 del clínker es suministrado al horno 30 como aire secundario y sale del horno 30 por su entrada 31 como gas de escape o combustión. Dicho gas de escape del horno está cargado de polvo y está caliente (típicamente entre 1500° C y 2000° C). La cantidad principal del gas de escape del horno se suministra al precalentador 2 para el precalentamiento de la harina 8 cruda. De manera opcional un calcinador 8 puede ser instalado entre el precalentador 2 y el horno 8. En ese caso, la harina 8 cruda es suministrada desde el precalentador 2 al calcinador 5 y desde el calcinador 5 al horno 30. Al menos una parte de escape del gas del horno puede suministrarse al precalentador por medio del calcinador 5. Así mismo, un aire terciario puede ser suministrado desde el enfriador 4 de clínker hasta el calcinador 5.

Al menos una fracción típicamente de aproximadamente de un 3% a un 10% de gas de escape del horno es introducido por medio de una admisión 35 de derivación de cloruro. Desde dicha admisión 35 de derivación de cloruro, el gas 39 de derivación fluye hasta la primera entrada 41 de la cámara 40 de mezcla para mezclar el gas 39 de derivación con el gas de enfriamiento en una primera etapa de enfriamiento (cf. Fig. 3). El gas de enfriamiento puede suministrarse a la cámara de mezcla por una segunda entrada 42. El gas 49 de derivación enfriado sale de la cámara 40 de mezcla a través de su salida 43 y fluye hasta un medio 60 de eliminación de polvo para filtrar el gas 49 de derivación enfriado. El gas 69 de derivación filtrado sale del medio 60 de eliminación de polvo a través de la salida 62 y es suministrado a la entrada 71 de calentamiento del cambiador 70 de calor. En el cambiador 70 de calor el gas 69 de derivación filtrado es sometido a una segunda etapa de enfriamiento haciendo poner en contacto térmico el gas de derivación con un fluido portador de calor como líquido refrigerante aportado al cambiador 70 de calor a través de la entrada 73 de frío.

El fluido portador de calor calentado es extraído del cambiador 70 de calor a través de una salida 74 de calentamiento. El fluido portador de calor puede ser agua, en particular si el calor se debe convertir en energía mecánica expandiendo vapor por la turbina. Pueden utilizarse también otros fluidos caloríferos, por ejemplo aceites térmicos como se expuso anteriormente. El gas 79 de derivación enfriado es designado como gas 79 de escape de derivación, pero solo para distinguir claramente el gas de derivación después de la segunda etapa de enfriamiento del "gas de derivación enfriado" obtenido después de la primera etapa de enfriamiento. Dicho gas 79 de escape de derivación puede dividirse en dos porciones, por ejemplo mediante dos medios de ventilación, como se indicó con referencia a los numerales 20 y 26: una primera porción 81 del gas 79 de escape de derivación es suministrada a través de un conducto 80 a la segunda entrada 42 de la cámara 40 de mezcla. Como alternativa o adicionalmente, la primera porción 81 (o al menos una parte de ella) puede ser extraída por el medio 20 de ventilación corriente abajo del medio 26 de ventilación, como se indica mediante una línea de puntos. Otra alternativa es aspirar una fracción del flujo de gas de escape del horno principal, por ejemplo corriente abajo del precalentador; de modo preferente, corriente debajo de una etapa de despolvoreo. Dicha fracción puede también suministrarse a la cámara de mezcla.

La segunda porción 82 restante del gas 79 de escape de derivación es extraída y puede ser suministrada a un escape 100, como se muestra. Como alternativa, la segunda porción 82 puede estar dispuesta en un enfriador de clinker como agente de enfriamiento o en los medios de precalentamiento de la harina cruda. La segunda porción puede estar dispuesta en un escape 100, en un molino de harina cruda para secar la harina cruda, en el enfriador 4 de clinker o en cualquier otro emplazamiento adecuado. Como se desprende claramente de la Fig. 2, ningún tipo de aire rico en oxígeno es introducido en la derivación de cloruro. Así, la cantidad de gas de escape de derivación se reduce de manera considerable. Así mismo, dado que el gas 79 de escape de derivación presenta la misma baja concentración de oxígeno que el gas de escape del horno, puede ser liberado de la misma manera, de acuerdo con los límites de emisión gubernamentales. El aire puro solo se requiere para un enfriamiento de emergencia. El aire puede suministrarse a través de una admisión 90 de aire puro del conducto 80.

De manera opcional, un inyector 50 de agente reductor (mostrado en líneas de puntos) puede estar dispuesto, por ejemplo, entre la cámara de mezcla y el medio 60 de eliminación de polvo. Un catalizador para la desnitrificación catalítica puede estar situado también en la vía de flujo, por ejemplo directamente corriente abajo del inyector 50 del agente reductor. El catalizador puede estar insertado en al menos un elemento de filtro del medio 60 de eliminación de polvo. Por ejemplo, el medio 60 de eliminación de polvo puede comprender al menos un elemento de filtro cerámico o sinterizado dentro del cual esté insertado dicho al menos un catalizador.

En particular, en el caso de que no se incluya ningún catalizador en el medio de eliminación de polvo, una unidad 65 de catalizador (mostrada con líneas de puntos) puede estar situada, de modo preferente, en la vía de flujo del gas 69 de derivación desempolvado, en cuanto la temperatura  $T_1$  del gas de derivación antes de la segunda etapa de enfriamiento está típicamente en el intervalo requerido para el proceso SCR. Así mismo, el inyector 50 de agente de reducción puede estar situado en la vía de flujo del gas 69 de derivación desempolvado (diferente de la posición mostrada). Así mismo, el gas de derivación es menos abrasivo después de la eliminación de polvo y, por consiguiente, la vida útil de la unidad de catalizador aumenta.

Otra opción es una unidad adicional 95 de catalizador, un denominado oxi-cat para hidrocarburos oxidizantes. Dicho catalizador 95 adicional puede estar dispuesto entre el medio 60 de despolvoreo y el cambiador 70 de calor. De modo particularmente preferente, el catalizador 95 adicional puede estar situado corriente abajo de la unidad 65 de catalizador SCR.

**Lista de numerales de referencia**

- 2 precalentador
- 30 3 horno
- 4 enfriador de clinker
- 5 calcinador
- 6 conducto de aire terciario
- 7 al tratamiento de gas de desecho
- 35 8 harina cruda
- 9 clinker
- 20 medios de ventilación
- 26 medios de ventilación
- 30 horno
- 40 31 entrada de horno (entrada de la harina cruda y salida de los gases de combustión)
- 32 clinker de cemento
- 35 admisión de derivación de cloruro
- 39 gas de derivación de cloruro
- 40 cámara de mezcla
- 45 41 primera entrada de la cámara de mezcla
- 42 segunda entrada de la cámara de mezcla
- 43 salida de la cámara de mezcla

## ES 2 664 830 T3

	49	gas de derivación enfriado / gas de derivación después de la primera etapa
	50	inyector de agente reductor
	51	entrada de gas de derivación del inyector de agente reductor
	53	entrada de agente reductor del inyector de agente reductor
5	52	salida de inyector de agente reductor
	59	gas de derivación con agente reductor
	60	medios de eliminación de polvo
	61	entrada de medios de eliminación de polvo
	62	salida de medios de eliminación de polvo
10	65	unidad catalítica
	66	entrada de unidad catalítica
	67	salida de unidad catalítica
	69	gas de derivación desempolvado
	70	cambiador de calor
15	71	entrada de calentamiento del cambiador de calor
	72	salida fría del cambiador de calor
	73	entrada fría del cambiador de calor
	74	salida caliente del cambiador de calor
	79	gas de derivación después de la segunda etapa de enfriamiento / del gas de escape de derivación de clouro
20	80	conducto
	81	fracción de gas de derivación suministrada a la segunda entrada de la cámara de mezcla
	82	fracción de gas de derivación suministrada al escape
	90	admisión de aire puro
	95	unidad de catalizador adicional / oxycat
25	96	entrada de unidad de catalizador adicional
	97	salida de unidad de catalizador adicional
	100	escape

30

**REIVINDICACIONES**

1.- Procedimiento de tratamiento de gas de derivación de cloruro que comprende al menos las etapas de:

- La provisión de un flujo (39) de gas de derivación de cloruro mediante la aspiración de al menos una fracción de un flujo de gas de escape principal,

5 - El enfriamiento del flujo (39) de gas de derivación de cloruro en una primera etapa de enfriamiento mezclándolo con un gas (81) de enfriamiento,

- El despolvoreo del flujo (49) de gas de derivación de cloruro mezclado,

10 - El enfriamiento del flujo (69) de derivación de cloruro despolvado en una segunda etapa de enfriamiento mediante la provisión de un tercer contacto del flujo (69) de gas de derivación de cloruro despolvado con al menos un fluido portador de calor, el cual, a su vez, es calentado,

**caracterizado porque**

al menos una parte del flujo de gas de derivación de cloruro obtenida después de la segunda etapa de enfriamiento es utilizada como gas (81) de enfriamiento en la primera etapa de enfriamiento.

2.- El procedimiento de la reivindicación 1,

15 **caracterizado porque**

comprende también la provisión de un agente reductor en el flujo (39) de gas de derivación de cloruro antes de ejecutar la segunda etapa de enfriamiento.

3.- El procedimiento de la reivindicación 2,

**caracterizado porque**

20 comprende además la puesta en contacto del flujo (39) de gas de derivación de cloruro con al menos un catalizador para la reducción catalítica selectiva de óxido de nitrógeno después de la aportación de dicho agente reductor y antes de la segunda etapa de enfriamiento

4.- El procedimiento de la reivindicación 3,

**caracterizado porque**

25 la etapa de despolvoreo comprende la aportación de al menos una parte del flujo (39) de gas de derivación a un filtro dentro del cual al menos un catalizador para la reducción catalítica selectiva de óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) está incorporado y / o insertado.

5.- El procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 4,

**caracterizado porque**

30 el gas (39) de derivación de cloruro es enfriado a una temperatura T<sub>1</sub> entre 350° C y 450° C en la primera etapa de enfriamiento.

6.- El procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 5,

**caracterizado porque**

35 el gas (39) de derivación de cloruro es enfriado a una temperatura T<sub>2</sub> entre 70° C y 170° C en la segunda etapa de enfriamiento.

7.- El procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 6,

**caracterizado porque**

40 dicho contacto térmico está dispuesto mediante al menos un cambiador (70) de calor, en el que el flujo (69) de gas de derivación despolvado se suministra a una entrada (71) caliente del cambiador (70) de calor y es extraído por su salida (72) fría y en el que el fluido portador de calor es suministrado a su entrada (73) fría y extraída por su salida (74) caliente.

8.- El procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 7,

**caracterizado porque**



al menos una parte del calor suministrado al fluido portador de calor es utilizado como calor de proceso en el proceso de clínker y /o convertido en energía eléctrica.

9.- Una planta de fabricación de clínker de cemento, que comprende al menos:

- un precalentador (2) para precalentar harina (8) cruda,

5 - un horno (30) para la harina (8) cruda para obtener clínker (9) de cemento, en la que el horno (30) y el precalentador (2) están operativamente conectados para suministrar un gas de escape desde el horno (30) hasta el precalentador (2) y para suministrar la harina (8) cruda desde el precalentador (2) hasta el horno (30),

10 - al menos una admisión (35) de derivación de cloruro situada entre el horno (30) y el precalentador (2) para extraer una fracción del gas de escape producida por dicho horno (30) para de esta manera suministrar dicho flujo (39) de gas de derivación de cloruro

15 - al menos una cámara de mezcla (40) con al menos dos entradas (41, 42) y al menos una salida (43), en la que al menos una de dichas entradas (41) está conectada operativamente a dicha entrada (35) de derivación de cloruro para suministrar dicho flujo (39) de gas de derivación a dicha cámara (40) de mezcla,

- al menos un medio (60) de eliminación de polvo con al menos una admisión (61) y al menos una salida (62), en la que la admisión (61) está operativamente conectada para recibir un flujo (49) de gas de derivación proveniente de la salida (43) de dicha cámara (40) de mezcla,

20 - al menos un cambiador (70) de calor para enfriar el gas (69) de derivación desempolvado dispuesto desde la salida (62) de dicho medio (60) de eliminación de polvo y, a su vez, el calentamiento de un fluido portador de calor, presentando dicho cambiador (70) de calor una entrada (71) caliente que está conectada operativamente para recibir dicho gas (69) de derivación desempolvado procedente de la salida (62) de dicho medio (60) de eliminación de polvo, una salida (72) fría para el gas (79) de escape de derivación enfriado, una entrada (73) de fluido portador de calor frío y una salida (74) de fluido portador de calor caliente,

**caracterizada porque**

30 comprende además un conducto (80) conectado operativamente a la salida (72) fría del cambiador (70) de calor con la segunda admisión (42) de la cámara (40) de mezcla para suministrar al menos una parte (81) del gas (79) de escape de derivación que sale de la salida (72) fría del cambiador (70) de calor hasta la segunda admisión (42) de la cámara (40) de mezcla.

10.- La planta de fabricación de clínker de cemento de la reivindicación 9,

**caracterizada porque**

comprende un inyector (50) de agente reductor situado corriente arriba de la entrada (71) caliente del cambiador (70) de calor para inyectar un agente reductor en el flujo (39, 49, 69) de gas de derivación de cloruro.

35 11.- La planta de fabricación de clínker de cemento de la reivindicación 10,

**caracterizada porque**

al menos un catalizador (65), para la reducción catalítica selectiva de óxido de nitrógeno, está operativamente situado entre el inyector (50) de agente reductor y la entrada (71) caliente del cambiador (70) de calor para contactar con el flujo (39, 49, 69) de gas de derivación de cloruro con dicho catalizador.

40 12.- La planta de fabricación de clínker de cemento de la reivindicación 11,

**caracterizada porque**

dicho al menos un catalizador está incorporado en un filtro del medio (60) de eliminación de polvo.

13.- La planta de fabricación de clínker de cemento de la reivindicación 11,

**caracterizada porque**

45 la salida (72) caliente del cambiador (70) de calor está operativamente conectada a al menos uno de:

- una entrada caliente del segundo cambiador de calor para enfriar el fluido portador de calor y, a su vez, calentar una harina cruda o un gas de proceso del proceso de clínker que está dispuesto en una entrada fría de dicho cambiador de calor,

## ES 2 664 830 T3

- una turbina para convertir la energía térmica transportada por el fluido portador de calor en energía mecánica.

Fig. 1

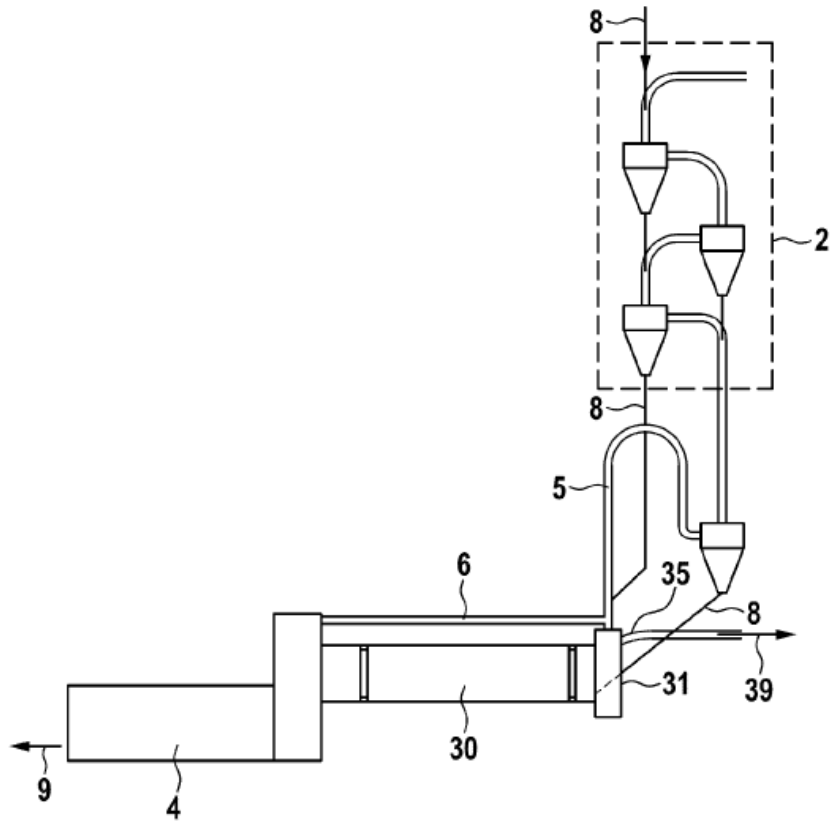


Fig. 2

