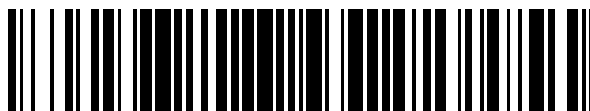


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 955**

51 Int. Cl.:

C04B 7/00 (2006.01)

C04B 7/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02405375 .3**

96 Fecha de presentación: **07.05.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1277709**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.01.2003**

54

Título: **Método para producir clinker de cemento usando coque con un alto contenido de azufre**

30

Prioridad:

13.07.2001 MX PA01007229

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:

03.12.2012

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:

03.12.2012

73

Titular/es:

**CEMEX RESEARCH GROUP AG (100.0%)
RÖMERSTRASSE 13
2555 BRÜGG, CH**

72

Inventor/es:

**RAMIREZ-TOBIAS, HOMERO;
LÁZARO-FRANCO, ALBERTO;
MARTINEZ-BURCKHARDT, JUAN CARLOS y
LÓPEZ-GONZÁLEZ, WALTER**

74

Agente/Representante:

IZQUIERDO FACES, José

ES 2 391 955 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

Método para producir clinker de cemento usando coque con un alto contenido de azufre.

5 CAMPO DE LA INVENCION

Esta invención se refiere a un método para producir un clinker de cemento y, específicamente, un método para producir clinker de cemento usando coque con un contenido de azufre alto como combustible, para minimizar los problemas relacionados con el uso del mencionado combustible.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los procesos y plantas usados para fabricar clinker de cemento son bien conocidos. Generalmente, el proceso de fabricación consiste en preparar harina en bruto (mezcla en bruto) que comprende una mezcla de materiales como caliza (CaCO_3), materiales gredosos (arcillosos) (por ejemplo, SiO_2 , Al_2O_3) y minerales de hierro (por ejemplo, Fe_2O_3). Dicha preparación de harina en bruto incluye las etapas de secado, pulverización y suministro de los mencionados materiales en cantidades adecuadas para conseguir con el clinker la composición requerida para obtener un producto con la calidad final deseada. Una vez que la harina en bruto está preparada, pulverizada y homogenizada con la composición requerida, las siguientes etapas en el proceso son: alimentar dicha harina en bruto a un horno pasando a través de un precalentador; calcinar la mencionada materia en polvo precalentada para transformar el CaCO_3 en CaO y CO_2 ; alimentar el polvo calcinado a un horno de sinterización; sinterizar (también conocido como clinkerización) el polvo calcinado para formar los compuestos del clinker como el silicato tricálcico (alita), silicato dicálcico (belita), aluminato tricálcico y aluminoferrita tricálcica.

15

20

25

Típicamente, para llevar a cabo estos procesos de secado, calcinación y sinterización (clinkerización), se requieren grandes cantidades de energía para mantener las altas temperaturas en el proceso, la temperatura requerida en la etapa de sinterización siendo de alrededor de 1450°C , que alcanzarla y mantenerla requiere el consumo de grandes cantidades de combustible.

30

Actualmente, la disponibilidad de combustibles con un alto contenido de azufre y su coste más bajo representan una oportunidad para la industria del cemento, sin embargo, su uso requiere un manejo de operación especial y nuevos métodos para facilitar su uso sin detrimento de la continuidad del funcionamiento del horno.

35

Uno de los combustibles con un alto contenido de azufre disponible es el coque de petróleo, que debido a su naturaleza tiene un alto contenido de azufre de más del 4,5% de azufre elemental. El azufre incluido en los combustibles juega un papel importante cuando se trabaja con el proceso de combustión. Por un lado, este tipo de combustible genera el calor necesario para mantener la temperatura del proceso y, por otro lado, produce SO_2 que añadido al SO_2 que proviene del contenido de azufre en las materias primas usadas para formar la harina en bruto, representa una cantidad importante que puede producir bloqueos en el precalentador si no se toman medidas especiales o etapas o se usa un método adecuado para el procesamiento.

40

45

Como se sabe, el SO_2 contenido en tanto los gases de combustión como en las harinas en bruto entran en contacto directo con el CaO (Caliza), formando compuestos de calcio sulfatados (sulfitos y sulfatos de calcio CaSO_3 y CaSO_4). Cuando se someten a altas temperaturas para formar los compuestos del clinker, que son más altas que la temperatura de descomposición, los compuestos sulfatados se descomponen de nuevo en SO_2 y CaO , el último reaccionando y formando nuevos compuestos del clinker y el SO_2 vuelve en los gases de combustión hacia el interior del horno para reaccionar de nuevo con el CaO , de tal forma que forma un ciclo, que cuando llega a altas concentraciones de SO_2 y no tiene precipitados de salida a las áreas más frías del precalentador forma acumulaciones y bloqueos, como en las etapas de precalentamiento, bloqueando la cámara de humos, etc., causando alteraciones en el funcionamiento reduciendo su eficiencia y, en casos más serios, para el funcionamiento, por ejemplo, cuando forma anillos en el horno de clinkerización.

50

55

En la técnica, hay un número de esfuerzos tendentes al diseño de las instalaciones, equipamientos y/o procesos para el uso de combustibles sólidos con un alto contenido de azufre, con el propósito de solventar los problemas relacionados con la formación y acumulación de SO_2 . Sin embargo, la mayoría de los procesos y/o plantas para fabricar el clinker de cemento usando combustible sólido con un alto contenido de azufre presentan ciertas desventajas con respecto a la complejidad de los procesos y los equipamientos, así como altos costes. Por ejemplo, la Patente US N° 4.465.460, titulada "Producción de clinker de cemento" emitida a Paul Cosar el 14 de agosto de 1984, se refiere al uso de combustibles sólidos con un alto contenido de azufre en la producción de clinker de cemento en hornos giratorios. El combustible sólido se gasifica y después el combustible gasificado se pone en contacto con una fracción de la materia prima usada para la producción del clinker de cemento para desulfurizar el combustible gasificado y el combustible desulfurizado gasificado se descarga hacia una etapa de calcinación y/o al horno giratorio para proporcionar calorías al mismo. Además, se menciona que los factores para aumentar la reacción de desulfurización son la temperatura del gas en el intervalo de aproximadamente 800°C a 980°C y la granulación fina de la materia prima, preferiblemente a una media de tamaño del grano de aproximadamente 100 micrones. Esta patente está relacionada con las instalaciones y procesos complejos para producir clinker de

60

65

5 cemento, que incluye equipamiento adicional para reducir el contenido de azufre o para desulfurizar los gases de la combustión. Los gases de la combustión se ponen en contacto con una fracción de la materia prima para, de este modo, desulfurizar los mencionados gases de la combustión por la reacción parcial del SO_2 con el CaO . Sin embargo, no se menciona el control de los parámetros de funcionamiento para evitar la descomposición de los compuestos sulfatados formados en etapas anteriores, antes de que la materia prima calcinada sea sinterizada. En otras palabras, dicha patente describe específicamente un proceso e instalación para reducir a un mínimo los compuestos sulfatados contenidos en los gases de la combustión. Por lo tanto, no hay sugerencia de cómo evitar efectivamente los problemas relacionados con la acumulación de compuestos sulfatados en el sistema.

10 Las Patentes US N° 4.662.945 y N° 4.715.811, tituladas ambas "Proceso y aparato para fabricar clinker de cemento con azufre bajo" emitida a Thomas R. Lawall el 5 de mayo de 1987 y el 29 de diciembre de 1987, respectivamente, describen un proceso y aparato para fabricar clinker de cemento con azufre bajo de harina en bruto de cemento que contiene azufre o con combustible que contiene altos niveles de azufre o una combinación de los mismos. El aparato incluye un precalentador, horno de calcinación y enfriador de clinker. Una fuente separada de combustible se añade en el final del horno de clinkerización para mantener temperaturas finales de condiciones reducidas para descomponer los compuestos de azufre. El combustible añadido en el final del horno de clinkerización es combustible de coque o carbono con baja volatilidad. Esta patente se refiere a la producción de un clinker de cemento con un bajo contenido de azufre por medio de la separación de los compuestos de azufre por condiciones reductoras. Para obtener los mencionados clinkers con un bajo contenido de azufre se requiere el uso de equipamientos y etapas especialmente diseñadas para funcionar bajo dichas condiciones reductoras. El producto obtenido es clinker con un bajo contenido de azufre alcalino. No obstante, la mencionada patente no hace referencia ni a la reducción de la temperatura de sinterización ni a la optimización o pretratamiento de la materia prima para evitar la acumulación de compuestos sulfatados en el sistema, si no que se enfoca en eliminar los compuestos sulfatados durante la etapa de calcinación.

25 La Patente US N° 6.142.771, titulada "Control de la producción de clinker de cemento usando combustible con alto contenido de azufre en un horno giratorio con parrilla móvil Lelep-Lepol por análisis del azufre en el producto final" emitida a Doumet el 7 de noviembre del 200, describe un método y aparato para producir clinker de cemento usando un combustible con alto contenido de azufre. El combustible de alto contenido de azufre es alimentado a un quemador dispuesto en el horno de clinkerización y mezclado con la harina en bruto antes de entrar en el horno de clinkerización. El objeto de esta invención es controlar el contenido de oxígeno y de monóxido de carbono, así como el contenido de azufre en el clinker de cemento para controlar el sistema. El usar de combustible con alto contenido de azufre y evitar los problemas relacionados con el mismo, el objeto de la invención es controlar la velocidad del extractor de gas localizado en la salida del horno y el flujo de combustible que va a ser usado en el proceso, para permitir así el control de la cantidad de oxígeno en la zona de reacción química/ sinterización del horno de clinkerización. Este tipo de aparato no es eficiente para controlar la cantidad de SO_3 en el clinker de cemento resultante y sus periodos de respuesta de demora para corregir las condiciones de funcionamiento.

40 Otro esfuerzo en la técnica para usar coque de petróleo se describe en la patente china número 1.180.874 emitida a Wang Xinchang, y otros, el 9 de mayo de 1999, titulada "Método para producir cemento de alta calidad usando coque de petróleo con un alto contenido de azufre". El método incluye las etapas de esferoidizar la mezcla de coque de petróleo con alto contenido de azufre, caliza, arcilla, polvo de hierro, carbono y fluorita; calcinar para obtener el clinker; mezclar con yeso, y pulverizar. El contenido de azufre del mencionado coque puede ser de un 2 a un 8%, que puede reemplazar al carbono por un 20 - 100%. El cemento obtiene características hasta más de 425R y alta resistencia. El método se basa en mezclas las materias primas con coque de petróleo para más tarde ser granulado y quemado en un horno vertical. Sin embargo, esto crea problemas con respecto a la dosificación apropiada de la mezcla para llevar a cabo la descarbonatación (calcinación) de la mezcla calcinada, lo que resulta en una reacción inefectiva.

50 Esfuerzos adicionales se divulgan en, por ejemplo, las Patentes US N° 5.707.44 (Soren Hundebol), relacionada con la cantidad de combustible usado en el horno, ajustando el mismo de acuerdo con la calcinación de la evaporación de azufre. La Patente de Hundebol se enfoca en el ajuste relacionado con el control de la temperatura específicamente del horno de clinkerización; la 8.050.813 (Joseph Doumet) que describe el control de la producción del clinker de cemento por medio de los parámetros de funcionamiento, como el control de la cantidad de oxígeno en la entrada del horno por la medición del contenido de SO_3 en el clinker en la salida del refrigerador, el inconveniente es que la información del SO_3 obtenida en el clinker para controlar la cantidad de oxígeno dirigido se desplaza y, por lo tanto, no puede proporcionar un control adecuado en la línea para la producción de un clinker, porque las condiciones de funcionamiento no corresponden con las de la formación del clinker que está siendo analizado; y la 8.183.244 (Joseph Doumet) relacionada con la producción de clinker usando combustible con un alto contenido de azufre en hornos giratorios húmedos.

65 La Patente US N° 5.698.027 titulada "Método y Planta para fabricar clinker de cemento Portland mineralizado" emitida a Hans E. Borgholm y otros el 18 de diciembre de 1997, describe el uso de un mineralizador que no tiene efecto perjudicial en las propiedades de flujo de la materia prima, que puede ser añadido en cualquier lugar durante el proceso. Dicho mineralizador puede ser, por ejemplo, un azufre que contiene componente que surge como un subproducto en la desulfurización del gas del combustible. El mineralizador puede ser alimentado

directamente en la mezcla en bruto, al calcinador o a través de aire caliente desde el refrigerador hacia el calcinador. No menciona el control de temperatura del horno o su estabilización, para evitar la evaporación del azufre prevista como un subproducto de la desulfurización del gas del combustible, es decir, la descomposición de los compuestos sulfatados, que generaría problemas en el sistema, como la acumulación, bloqueo y la formación de anillos debido a dichos compuestos del azufre.

La CN 1 235 129 A (Univ. Huanan SCI & Eng) describe un proceso para calcinar clinker de cemento con la materia prima conteniendo características de elemento W que la materia prima que contiene elemento W se usa como agente mineralizador para calcinar clinker de cemento y es directamente añadido a las materias primas del cemento antes de la calcinación, el coeficiente de saturación del KH de la caliza, la proporción de ácido silícico y la proporción IM de aluminio/oxígeno están controladas para ser 0,88-0,96, 1,8-2,6 y 1,0-1,6 respectivamente, el contenido W en dicha materia prima es de 0,005-50,000 wt. %, el agente mineralizador que contiene fluorina no es o es menos añadido y el contenido W en el clinker de cemento es de 0,0005-0,000 wt. %.

Se ha considerado también mejorar la capacidad de quemado de las materias primas o la harina en bruto con el propósito de reducir la temperatura de sinterización (clinkerización) final, para de este modo evitar la temperatura de descomposición de los compuestos sulfatados a ser conseguida. Ejemplos de métodos y aparatos para quemar productos granulados o pulverizados para fabricar clinker de cemento se describen, por ejemplo en la Patente US N° 6.000.145 emitida el 14 de Diciembre de 1999, la Patente US N° 4.495.398 emitida el 29 de enero de 1985; la Patente US N° 4.581.842 emitida el 31 de Diciembre de 1985; y la Patente US N° 4.557.883 emitida a Nielsen Peter B, el 10 de diciembre de 1985. Sin embargo, todas las patentes anteriormente mencionadas están relacionadas con la preparación de materias primas como una fase convencional en el proceso de fabricación del clinker, sustituyendo el horno giratorio con reactores estacionarios, sin tener en consideración la descomposición de los compuestos del azufre, de una forma relevante, la Patente US N° 5.800.610 emitida a Ebbe S. Jons el 1 de septiembre de 1998 titulada " Método para fabricar clinker de cemento", describe someter inicialmente la harina en bruto a un proceso preparatorio, por ejemplo, por conminución, homogenización y/o secado. No obstante, este método se lleva a cabo en reactores de quemado fijos y no se menciona la forma en que dicho proceso preparatorio se lleva a cabo en condiciones de funcionamiento.

De acuerdo con lo anterior no hay ningún documento en el estado de la técnica que describa o sugiera la reducción de la temperatura de clinkerización o sinterización por medio de un control de los parámetros de la mezcla en bruto en el funcionamiento de un horno y el nivel de SO₃ en la entrada del horno. Por lo tanto, hay una necesidad de un método para producir clinker de cemento que permita un uso más económico y eficiente de los combustibles con un alto contenido de azufre, como el coque de petróleo, pero que al mismo tiempo reduzca al mínimo los problemas asociados con el bloqueo e incrustaciones debidas a la alta concentración de SO₂ y/o SO₃ en el sistema.

Por lo tanto, el objeto de la presente invención es proporcionar un método para producir clinker de cemento con un funcionamiento simple y, sin embargo que sea altamente eficiente para consumir el 1005 del coque de petróleo.

Es un objeto adicional de la presente invención el producir un clinker de cemento de alta calidad, que no requiera la adición de aditivos para mejorar sus propiedades físicas finales.

Es todavía otro objeto de la presente invención el proporcionar un método para producir clinker de cemento que pueda ser usado en cualquier proceso e instalación convencional.

RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un método para producir clinker de cemento que comprende las características indicadas en la reivindicación 1.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

Los aspectos que son considerados características de la presente invención serán expuestos específicamente en las reivindicaciones añadidas. Sin embargo, la misma invención, tanto por su organización como por su método de funcionamiento, junto con otros objetos y ventajas de la misma, será mejor entendida con la siguiente descripción de ciertas realizaciones, cuando se leen respecto a los dibujos añadidos en la presente, en donde:

La Figura 1 es un diagrama esquemático que ilustra un proceso para producir clinker de cemento de acuerdo al estado de la técnica.

La Figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra el proceso general para producir clinker de cemento de acuerdo con la presente invención.

La Figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra el proceso de tratamiento de la mezcla en bruto de acuerdo con la presente invención, como se muestra en la Figura 1.

La Figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra el proceso de calcinación de la mezcla en bruto de acuerdo con la presente invención, como se muestra en la Figura 1.

Las Figuras 5 y 6 son gráficos que muestran la capacidad de quemado de la harina en bruto gris, como una función de la temperatura y el porcentaje de caliza libre como una función de la temperatura, respectivamente.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

En referencia a los dibujos, la Figura 1 muestra un diagrama esquemático del proceso para producir clinker de cemento en base al estado de la técnica. El proceso incluye las etapas de: alimentar la mezcla en bruto a través de una línea de alimentación 14, precalentar la mezcla en bruto a través del sistema de precalentamiento 15, precalcinar la mezcla en bruto precalentada por medio de un precalcificador 16, sinterizar la mezcla en bruto calcinada en un horno giratorio 22 para, de este modo, producir el clinker de cemento y enfriar el clinker de cemento por medio de un refrigerador de clinker de cemento 24.

En los procesos conocidos para producir clinker de cemento usando, por ejemplo, el proceso mostrado en la Figura 1, la mezcla en bruto alimentada al horno giratorio 22 es precalentada y parcialmente descarbonatada en un sistema de precalentamiento 15 y en un precalcificador 16 usando el calor de los gases de combustión extraídos del horno giratorio 22 y del precalcificador 16. Como los gases de combustión y las materias primas están mezcladas la caliza (CaO) en la mezcla en bruto y el dióxido de azufre (SO₂) en los gases de combustión reaccionan para formar sulfato de calcio (CaSO₃). El sulfato de calcio se forma en el precalentador 15. El sulfato de calcio, a su vez, reacciona con el oxígeno dentro del sistema de precalentamiento 15 para formar sulfato de calcio (CaSO₄), si hay suficiente oxígeno. Si no hay suficiente oxígeno en la atmósfera en la entrada del horno 22 para crear una atmósfera vigorosamente oxidante, el sulfato de calcio puede descomponerse en caliza (CaO) y dióxido de azufre (SO₂) y generar acumulaciones en la salida del horno 22. Si hay una deficiencia de oxígeno en el horno giratorio 22, el sulfato de calcio puede descomponerse a temperaturas menores de 1500° C. Esta descomposición también lleva a un aumento en la concentración de dióxido de azufre en el gas dentro del horno 22, que lleva a depósitos de sales de calcio en las paredes del sistema de precalentamiento 15. Los depósitos de sales de calcio aumentan cuando el combustible es un combustible sólido con un alto contenido de azufre (por ejemplo, sobre el 4,5%), como el coque de petróleo, debido a la concentración aumentada de dióxido de azufre en el gas del horno 22. La circulación de azufre aumentada en los gases causa un aumento en la cantidad de sulfato de calcio. Esto puede resultar en depósitos a un nivel suficiente para bloquear la entrada del horno 22, el precalentador 15, los ciclones del precalentador y las líneas que conectan los ciclones, parando de esta manera la producción.

Para asegurar el uso eficiente del coque de petróleo con un alto contenido de azufre (más del 4,5% por peso), los solicitantes de la presente invención han descubierto sorprendentemente que en base al tratamiento de la mezcla en bruto para optimizar sus características físico-químicas, en combinación con un control de los parámetros del proceso y, opcionalmente, el uso de mineralizadores, uno puede reducir la temperatura de clinkerización y, como resultado, se reduce la concentración de SO₃ en el material calcinado alimentado al horno giratorio, aumentando con esto el contenido de sulfato de calcio en el clinker. Aplicando estas variables, uno puede usar procesos e instalaciones convencionales ya existentes evitando de este modo problemas de bloqueo, en las etapas de precalentamiento, bloqueo en la cámara de humos y la formación de anillos en el horno de sinterización, causados por altas concentraciones de azufre en los gases de la combustión.

Tratamiento de la Mezcla en Bruto

Para el tratamiento de la mezcla en bruto, también llamado optimización, los solicitantes consideran la evaluación y mejora de la capacidad de quemado de la mezcla en bruto por medio del ajuste en los módulos de control, el ajuste a la finura de la mezcla en bruto medida en mallas n.200 y n.50 y el uso opcional de mineralizadores.

La mezcla en bruto se compone generalmente de caliza (CaCO₃), arcillas (SiO₂, Al₂O₃) y mineral de hierro (Fe₂O₃), en proporciones adecuadas para conseguir la calidad deseada para el clinker de cemento, es decir, en una cantidad adecuada de los compuestos requeridos principalmente para formar el clinker, por ejemplo silicato tricálcico. El control de las proporciones de materias primas se lleva a cabo por medio de la relación de los compuestos (SiO₂, Al₂O₃, CaO, Fe₂O₃) llamados módulos de control. En general los mencionados módulos de control son el Factor de Saturación de Caliza (LSF), El Módulo de Sílice (SM), y el Módulo de Alúmina (AM).

Los módulos de control se calculan de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

a) Factor de Saturación de Caliza

$$LSF = CaO / (2,8 SiO_2 + 1,18 Al_2O_3 + 0,65 Fe_2O_3).$$

b) Módulo de Sílice

$$SM = SiO_2 / (Al_2O_3 + Fe_2O_3).$$

c) Módulo de Alúmina

5
$$MA = Al_2O_3 / Fe_2O_3$$

10 Como se conoce, altos valores en los módulos de control, por ejemplo, en el Factor de Saturación de Caliza (LSF o FSC), el Módulo de Sílice (SM) y el Módulo de Alúmina (SM), resultan en materias primas difíciles de transformar en clinker (baja capacidad de quemado), ver Tabla 2 y Figura 5 que muestran la capacidad de quemado de la mezcla en bruto como una función de la LSF. Además conocemos que la finura de la mezcla en bruto (tamaño de partículas) también afecta a la capacidad de quemado de las mismas, mientras que una mezcla en bruto más fina (ver Tabla 1) mejora la capacidad de quemado. En la Figura 9, podemos observar el efecto de la finura en la mezcla con respecto a la capacidad de quemado.

TABLA 1

% DE CALIZA LIBRE

LSF	T = 1350°C	T = 1450° C
88	1,415	0,408
90	1,63	0,815
92	2,068	0,827
94	3,0385	1,304
96	3,78	2,00
98	5,44	2,979

TABLA 2

Malla	Muestra	LSF 92		LSF 98		
		1380°C	1450°C	1380°C	1450°C	
76,75	1	76,75	1,95	0,74		
78,75	2	78,00	1,82	0,67	2,75	1,44
80,74	3	80,40	1,62	0,62	2,21	1,11
82,66	4	83,70	1,45	0,51	1,88	0,92
85,17	5	84,30	1,42	0,49	1,86	0,74
87,00	6	86,60	1,35	0,45	1,69	0,68
89,00	7	88,00	1,31	0,41	1,61	0,61

45 Por medio de los procesos de tratamiento u optimización de las características físico-químicas y finura de la mezcla en bruto, se mejora su capacidad de quemado, reduciendo, de este modo, la temperatura de clinkerización de tal forma que como resultado sorprendente se reduce la descomposición del sulfato de calcio (CaSO₄), el sulfato de calcio saliendo del horno 22 como una parte de la composición del clinker.

50 Como se puede observar de los gráficos de las Figuras 5 y 6, el tratamiento para optimizar la mezcla en bruto permite una reducción en la temperatura de clinkerización de más de 100° C.

Uso de Mineralizadores

55 Se conoce que la adición de pequeñas cantidades de algunos compuestos que normalmente no constituyen la mezcla en bruto pueden alterar la velocidad a la que la reacción de clinkerización tiene lugar, los compuestos de este tipo con un efecto de aceleración en la velocidad de reacción y una reducción en la energía requerida para la reacción de clinkerización se llaman mineralizadores. El método para producir clinker de la presente invención que reduce la temperatura de clinkerización usando coque con un alto contenido de azufre opcionalmente usa CaF₂ (fluorita) como un mineralizador.

60 En el método de la presente invención, el uso de CaF₂ (fluorita) como un mineralizador ayuda a reforzar la disminución de la temperatura de clinkerización conseguida por medio del tratamiento de optimización de la mezcla en bruto. La adición del mineralizador a la mezcla en bruto permite la estabilización del funcionamiento del horno y, además, ayuda a alcanzar los valores de calcio libre deseados (CaO sin reaccionar), y hace posible mantener un

control de temperatura en la zona de sinterización, evitando de este modo fluctuaciones marcadas y, por lo tanto, manteniendo la descomposición de los sulfitos y sulfatos de calcio en el azufre a niveles bajos (menos del 50%). El mineralizador (CaF_2) se almacena en la tolva 103 (ver Figura 2) y es dosificado a través de un alimentador 107 al molino de mezcla en bruto 108, en una proporción que varía de un 0,2 a un 0,5 % por peso de la composición total.

En referencia a las Figuras 2 a 4, se muestra esquemáticamente el método para producir clinker de cemento de acuerdo con la presente invención. Después de haber tratado la mezcla en bruto para optimizar sus características físico-químicas como se ha expuesto anteriormente, es decir, la mezcla en bruto se prepara por medio de un sistema de molido ilustrado en la Figura 2, los materiales almacenados en las tolvas 100, 101 y 102 se dosifican en base a los módulos de control, como el Factor de Saturación de Caliza, el Módulo de Sílice y el Módulo de Alúmina mencionados previamente, para obtener los niveles óptimos de la mezcla en bruto tratada.

Después de haber determinado los niveles de dosificación óptimos de los materiales, de acuerdo con los módulos de control, estos materiales se alimentan al molino 108, a través de los alimentadores de material en bruto 104, 105, 106 y 107, donde son pulverizados formando, en consecuencia, la mezcla en bruto. Después de que los materiales están pulverizados, la mezcla en bruto se dirige hacia un separador 109 donde se clasifica para obtener la finura deseada, es decir, un tamaño de partícula determinado. La mezcla en bruto optimizado por los mencionados módulos de control y el ajuste de finura se transporta por medio de una cinta transportadora 100 al silo homogenizador 112 donde se mezcla con el propósito de reducir la fluctuación en los valores de los módulos de control. El proceso de homogenización es básico para obtener un producto con una calidad constante, que resultará en un funcionamiento continuo y eficiente del sistema de calcinación.

La mezcla en bruto optimizada 113 que proviene del silo homogenizador 112 se alimenta al horno de clinkerización giratorio 123 pasando a través del precalentador 115 a través de la línea de alimentación 114 y el precalcinador 123 para someter a la mezcla en bruto optimizada 113 a las operaciones de calentamiento, secado y descarbonatación, por medio del contacto estrecho con los gases de la combustión del combustible alimentado al quemador del precalcinador 119 y/o el quemador principal 123 del horno de clinkerización giratorio 122.

La mezcla en bruto calcinada y optimizada 113 se alimenta al horno giratorio 122 a través de la entrada 117, como el horno gira la mezcla en bruto calcinada 113 fluye dentro del horno hacia la salida 125 del mismo. Dentro del horno giratorio 122 tienen lugar las reacciones químicas para sinterizar la mezcla en bruto 113, por medio de los gases generados por la combustión de combustible alimentada al quemador principal 123 del horno 122, la mezcla sinterizada normalmente llamada clinker que sale del horno 122 pasa a través del refrigerador de clinker 124 donde se enfría.

De acuerdo con el método de la presente invención, el coque de petróleo se alimenta al horno giratorio 122 a través del quemador principal 123 y/o el precalcinador 119 de una manera convencional, como se conoce por el experto en la técnica. Como también se conoce, el coque de petróleo tiene una alta concentración de azufre que, bajo condiciones de funcionamiento normales del horno, sin tener en consideración que este tipo de combustible requiere etapas adecuadas para su uso, produce acumulaciones y bloqueos, como bloqueos durante las etapas de precalentamiento, bloqueos de la cámara de humos, etc. que causan alteraciones en el funcionamiento, reduciendo su eficiencia y en casos más serios no permiten que continúe el funcionamiento, por ejemplo, cuando forma anillos en el horno de clinkerización.

Como se conoce, los compuestos sulfatados, como el CaSO_3 generados por la reacción de la caliza (CaO) de la mezcla en bruto y el dióxido de azufre (SO_2) contenido en los gases de la combustión de combustible con un alto contenido de azufre, cuando se someten a temperaturas de formación altas de los compuestos del clinker que son más altas que sus temperaturas de descomposición, se descomponen de nuevo en SO_2 y CaO , el último reacciona formando nuevos compuestos de clinker y el SO_2 vuelve con los gases de la combustión hacia la entrada del horno para reaccionar de nuevo con el CaO , de tal manera que forma un ciclo, que cuando llega a altas concentraciones de SO_2 y sin una salida posible, se precipita a áreas más frías. Los solicitantes de la presente invención han descubierto sorprendentemente que el uso de una mezcla en bruto optimizada con el control de ciertos parámetros del proceso, como el tiempo de permanencia y el control del SO_3 en la salida del precalcinador, permiten una reducción de la temperatura de clinkerización que resulta en una evaporación más baja del SO_3 , así como una reducción en la concentración de SO_3 en el material calcinado alimentado al horno rotatorio, aumentando el contenido de sulfato de calcio en el clinker. En otras palabras, es básico manejar la reducción de temperatura en la etapa de clinkerización como una medida operativa para conseguir el uso del coque con un alto contenido de azufre evitando a un máximo los problemas relacionados con el mismo.

Como se ha mencionado anteriormente, la posibilidad de reducir la temperatura de clinkerización se consigue controlando la capacidad de quemado de la mezcla en bruto preparada durante la etapa de molienda en el molino 108, por medio de una combinación de variables relacionadas con el control y ajuste de los módulos de finura (tamaño de partícula) de la mezcla en bruto.

El proceso de descomposición de los compuestos del azufre (proceso de evaporación del azufre) formados en el precalentador debido a las reacciones del CaO con la mezcla en bruto y el SO_2 en el sistema deberían ser

5 verificados dentro del horno cuando se exponen a temperaturas que varían de 1200 a 1500° C. Para minimizar la descomposición de estos compuestos, es importante monitorizar y controlar ciertos parámetros de funcionamiento específicos, como el tiempo de exposición o el tiempo de permanencia de la mezcla en bruto calcinada, la temperatura de clinkerización, las condiciones oxidantes en la entrada del horno, además del contenido de SO₃ en el material calcinado.

10 De acuerdo con la presente invención, las condiciones de funcionamiento del horno de clinkerización deben ser seleccionadas de tal manera que en combinación con las materias primas optimizadas, el uso opcional del mineralizador y el control del SO₃ en la entrada del horno, puedan ser capaces de controlar eficientemente el uso de coque con un alto contenido de azufre, es decir con más de un 4,5% por peso de azufre. Los parámetros que deben ser controlados son la temperatura en la cámara de humos, que debe ser inferior a 1150° C, el suministro de oxígeno en la entrada del horno 117 debe ser suficiente para mantener una atmósfera altamente oxidante (por encima del 4,5%), el porcentaje de SO₃ en la mezcla calcinada suministrada en la entrada del horno 117 y el porcentaje de SO₃ en el clinker producido debe tener un valor máximo del 5% por peso y más del 1,8% por peso, respectivamente.

20 Una vez que se ha alcanzado el máximo porcentaje de uso del coque de alto contenido de azufre y se ha alcanzado la estabilización en el funcionamiento del horno (sin paradas o alteraciones debido a bloqueos de material rico en azufre depositado en la cámara de humos 126 y en el precalentador 115), comienza (si se requiere) la etapa para el uso de mineralizadores en el proceso. El uso de un mineralizador como un componente adicional de la mezcla en bruto optimizada permitirá estabilizar el funcionamiento del horno, facilitar el control de la caliza libre y eliminar la necesidad de cambiar las cantidades de combustible usadas, con esto estabilizando la temperatura en la zona de clinkerización (sinterización), en donde la estabilidad de la zona de clinkerización permite mantener estables los valores de SO₃ en el clinker y, de este modo, purgar el azufre del sistema.

25 Un factor importante para alcanzar la reducción de la temperatura de clinkerización y para minimizar los problemas relacionados con los compuestos sulfatados producidos por los gases de la combustión generados debido al quemado de combustible con un alto contenido de azufre para obtener un clinker con propiedades adecuadas, reside en la medición del contenido de azufre que es purgado del sistema y que es parte de la composición del clinker medido como SO₃. El parámetro de control para el SO₃ en el clinker es establecido como una función de cuanto azufre es alimentado al sistema y como un porcentaje de la evaporación del azufre (descomposición de los compuestos sulfatados) en el horno 122. En una realización de la presente invención, este parámetro de control está basado entre el valor del análisis y el de especificación, que cuando hay una varianza será necesario hacer ajustes que pueden ser hechos al combustible considerando el valor de la caliza libre en el clinker, la mezcla en bruto alimentada al horno y la cantidad de oxígeno en la entrada del horno controlando la velocidad del ventilador del horno principal.

40 El método para producir clinker de cemento de la presente invención, también considera como otro factor importante para el control de los procesos mencionados anteriormente, la medición del SO₃ en el material calcinado que viene del ciclón anterior a la entrada del horno 117, el aumento en el contenido de SO₃ en el material calcinado indica que el ciclo de azufre (dentro del sistema) se está concentrando. Por lo tanto, el clinker producido en el horno de clinkerización giratorio utilizando el método de la presente invención usando coque con un alto contenido de azufre permite una reducción e incluso elimina la adición de yeso (CaSO₄.2H₂O) en el cemento, como regulador de los tiempos de fraguado.

45 Proporcionamos los siguientes ejemplos sólo con propósitos ilustrativos y de ninguna manera se pretende que limiten el ámbito de la presente invención.

50 **EJEMPLOS**

El siguiente ejemplo esquematiza los resultados de la optimización del proceso de la mezcla en bruto en una aplicación industrial del método propuesto.

55 La mezcla en bruto fue preparada de acuerdo con los parámetros de control mencionados anteriormente y una mezcla en bruto de referencia, en la que no se hizo control.

ES 2 391 955 T3

	Parámetro	Bruto sin Optimización	Bruto Optimizado
5	LSF	0,98	0,95
	SM	2,9	2,9
	AM	2,9	2,9
	M200ein %	78	82
10	Caliza libre a 1450°C	2,07	1,03
	Caliza libre a 1350°C	3,2	1,89
	% de SO ₃ en el material calcinado en la entrada del horno	4,9	2,8

15 Como se ha señalado en la tabla anterior, una vez que la mezcla en bruto ha sido optimizada el resultado es bajar aproximadamente 100° C al temperatura de clinkerización, esto se observa en que a 1450° C la caliza libre obtenida en la mezcla sin optimización da un valor de 2,07 y la mezcla ya optimizada pero quemada a 1350° C resulta en una caliza libre de 1,89, es decir prácticamente la misma que la mezcla sin optimizar quemada a 100° C más de 1350° C, también ajustando los parámetros de funcionamiento del horno giratorio. Por esta razón, la

20 reducción de temperatura trae consigo una descomposición más baja de los compuestos sulfatados dentro del horno giratorio y por lo tanto una reducción en el contenido de SO₃ de los materiales calcinados en la entrada del horno y un aumento del sulfato de calcio que sale como un componente del clinker.

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir clinker de cemento que comprende las etapas de:

- 5 - alimentar la mezcla en bruto;
 - precalentar la mezcla en bruto;
 - calcinar la mezcla en bruto precalentada;
 - la clinkerización de la mezcla en bruto calcinada para producir clinker de cemento y controlar el tiempo de permanencia de la mezcla calcinada, la temperatura de clinkerización y las condiciones de oxidación en la entrada del horno (117) durante la etapa de clinkerización; y
10 - enfriar el clinker de cemento

en donde el método además incluye las etapas de:

- 15 - prepara la mezcla en bruto antes de la etapa de alimentación en base al Factor de Saturación de Caliza (LSF), el Módulo de Sílice (SM), y el módulo de Alúmina (AM) y el ajuste de finura de la mezcla en bruto, siendo el LSF hasta 1, el SM con valores entre 2 y 3,5, el AM entre 0 y 3, y el ajuste de finura en una malla N° 200.

20 2. El método de acuerdo a la reivindicación 1, en donde la temperatura de clinkerización es 1350° C.

25 3. El método de acuerdo a la reivindicación 1, en donde el mencionado combustible usado para precalentar, descarbonatar y sinterizar la mezcla en bruto es coque de petróleo con un contenido de azufre de más del 4,5% por peso.

 4. El método de acuerdo a la reivindicación 1, en donde comprende como una etapa adicional añadir el mineralizador en la etapa de preparación de la mezcla en bruto para reforzar el control de la reducción de la temperatura de clinkerización.

30 5. El método de acuerdo a la reivindicación 4, en donde el mencionado mineralizador es CaF_2 , que es añadido en una proporción que varía del 0,2 al 0,5% por peso de la composición total de la mezcla en bruto.

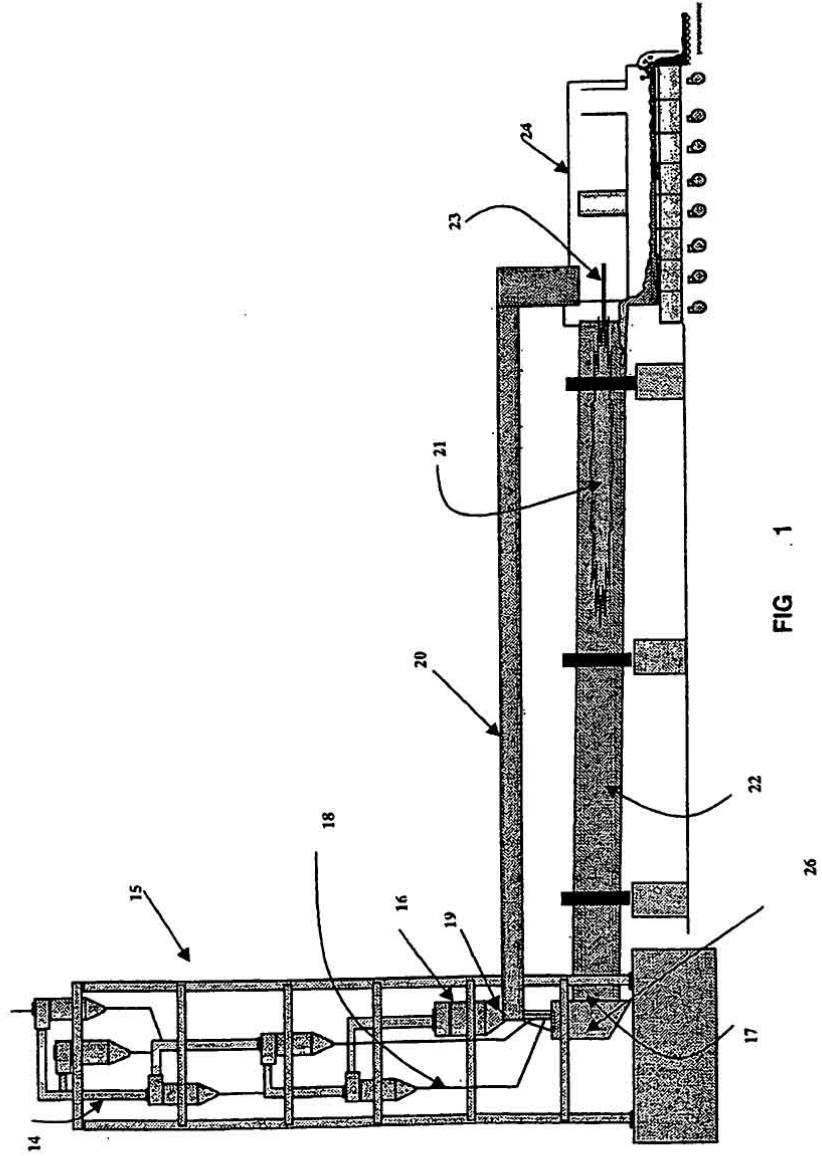
35 6. El método de acuerdo a la reivindicación 1, en donde además incluye una etapa de controlar la concentración de SO_3 en la mezcla calcinada que es alimentada al horno de clinkerización.

 7. El método de acuerdo a la reivindicación 6, en donde la concentración de SO_3 en la mezcla calcinada que es alimentada al horno de clinkerización tiene un valor máximo del 5% por peso.

40 8. El método de acuerdo a una de las reivindicaciones anteriores, en donde la concentración de SO_3 en el clinker producido tiene un valor de más del 1,8% por peso.

 9. El método de acuerdo a una de las reivindicaciones anteriores, en donde la temperatura en la cámara de humos (126) está por debajo de 1150° C.

45 10. El método de acuerdo a una de las reivindicaciones anteriores, en donde el suministro de oxígeno en la entrada del horno (117) está por encima del 4,5% para mantener una atmosfera altamente oxidante.



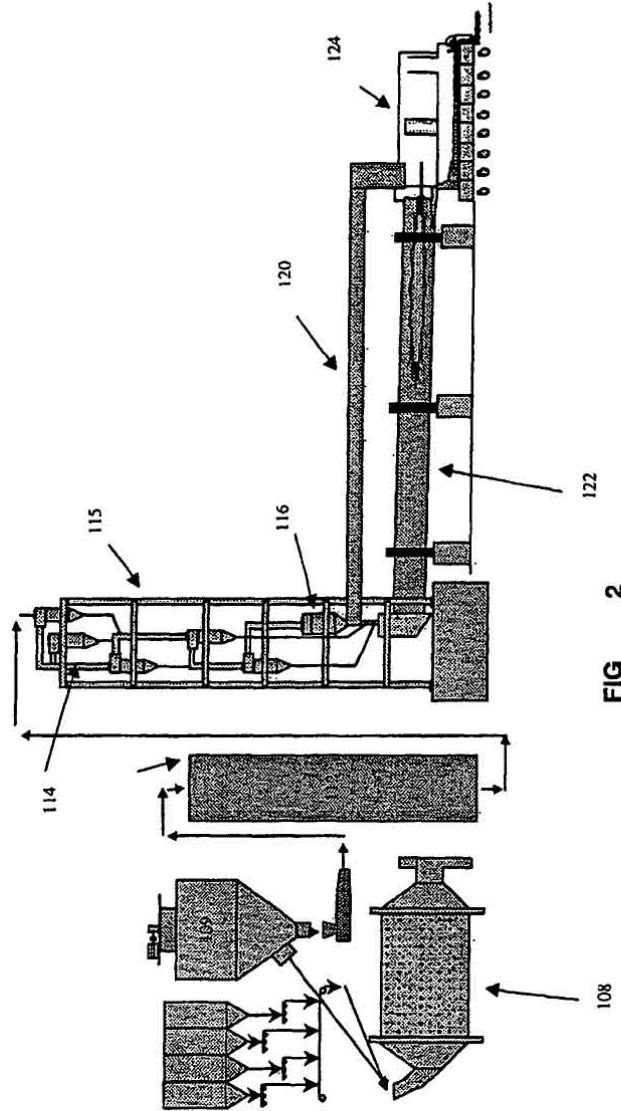


FIG 2

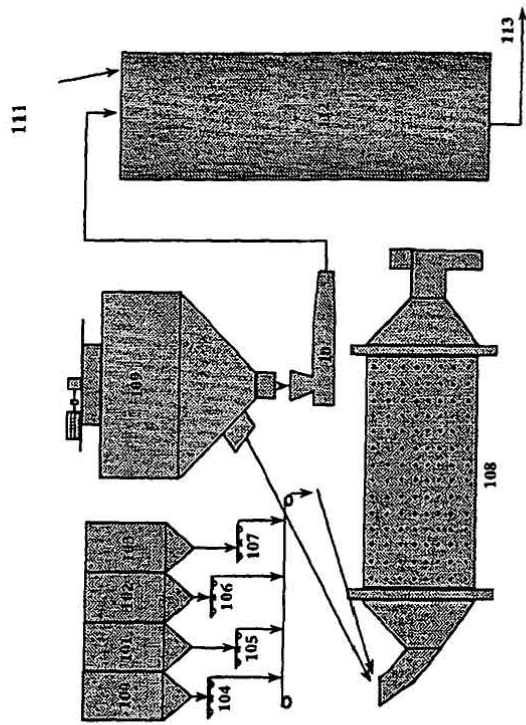


FIG 3

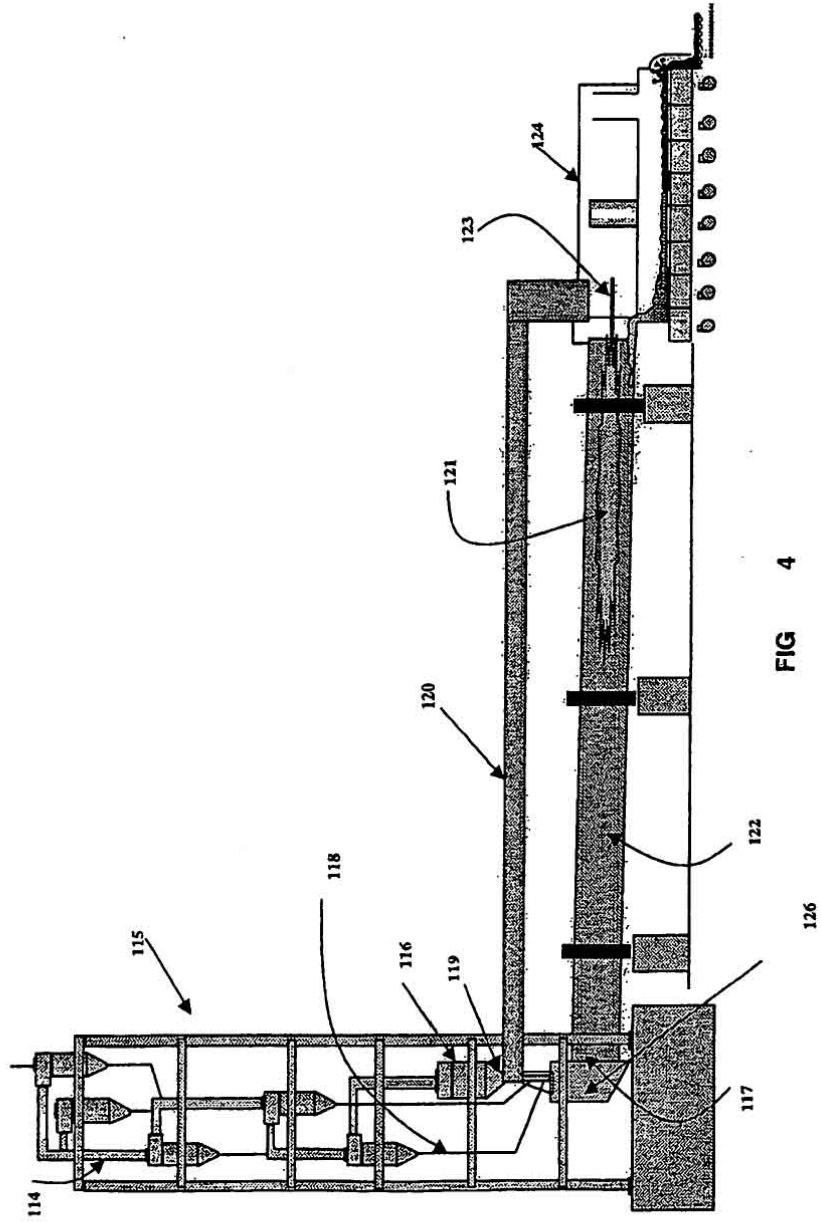
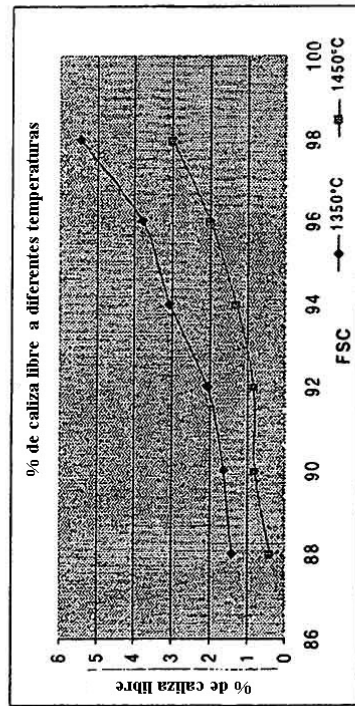


FIG 4



FIGI 5

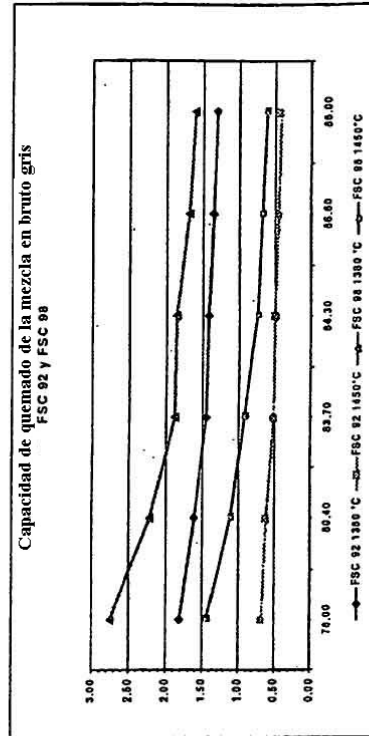


FIG 6