



ESPAÑA

(10) ES	(11) NÚMERO 455 175	(16) A 1
(21)	(22) FECHA DE PRESENTACION 19-1-77	

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES: (51) NÚMERO 1949/76	(32) FECHA 19-1-76	(33) PAIS Gran Bretaña.
(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL C04B / C102	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
(64) TITULO DE LA INVENCION PROCESO DE FABRICACION DE CEMENTO PORTLAND		
(71) SOLICITANTE (S) THE ASSOCIATED PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS LIMITED		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE Portland House, Stag Place London SW1E, Inglaterra.		
(72) INVENTOR (ES) Anthony Robin Pennell, de nacionalidad británica.		
(73) TITULAR (ES)		
(74) REPRESENTANTE D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU		

El presente invento se refiere a un método de fabricación de cemento Portland, y más particularmente a un método para fabricar cemento Portland de calidad standard en asociación con la incineración de materias de desperdicio tales como basuras, asimilándose los productos de incineración en el proceso de fabricación de cemento o siendo transformados en sustancias inocuas.

El cemento Portland se fabrica triturando y mezclando materias primas calcáreas y arcillosas en proporciones especificadas bajo forma húmeda o seca, y sometiendo la mezcla resultante a una operación de secado si es necesaria, a una operación de decarbonación del carbonato de calcio presente, y a una fase de clinkerización en la cual el óxido de calcio reacciona la sílice y con los demás óxidos metálicos. La mezcla sometida a estas tres operaciones se llama aquí material de formación de clinker. El clinker resultante se enfría y se tritura para constituir el cemento Portland.

El cemento Portland se fabrica de acuerdo con unas normas establecidas, por ejemplo la norma británica BS 12, la norma de los Estados Unidos ASTM C 150-67, la norma de Alemania Occidental DIN 1164, y la norma francesa NF P 15-302, (véase "Normas Aplicables en el Cemento en el Mundo - Cemento Portland y sus Derivados", Cembureau, Paris, 1968). Hacemos referencia al cemento que cumple con cualquier norma nacional, llamándolo "cemento Portland standard" e incluimos aquí las clases de cemento Portland, tales como el cemento Portland corriente, el cemento de fraguado rápido o de resistencia elevada rápida, el cemento Portland de alta resistencia, el cemento Portland de débil calor de fraguado, el cemento Portland de resistencia a los sulfatos, y el cemento Portland con aire ocui

do, quedando entendido que cuando se indica que adiciones han sido hechas al clinker para obtener el producto, debe considerarse que estas adiciones han sido efectuadas.

5 El presente invento puede aplicarse a cualquiera de los varios procedimientos de fabricación de cemento Portland que utilizan un horno giratorio. En el proceso por vía húmeda, los materiales, después de haber sido triturados en caso de necesidad, se mezclan y se introducen en el horno giratorio bajo la forma de una lechada de agua. En el procedimiento 10 semi-húmedo, la lechada se transforma en nódulos y se precalientan éstos antes de introducirlos en un horno más corto; en el procedimiento seco la materia prima se tritura, se mezcla y se introduce en el horno giratorio en estado seco, o en un horno más corto a través del precalentador; en el procedimiento semi-15 seco, las materias trituradas y mezcladas en estado seco se transforman en nódulos antes de ser introducidas en un precalentador y en un horno.

El objeto del procedimiento de fabricación de cemento consiste en obtener un producto de calidad uniforme que 20 rebase las normas mínimas. El producto obtenido de acuerdo con el presente invento debe, igualmente, cumplir este objetivo.

Es posible utilizar una amplia gama de materias primas: Siempre y cuando se hayan encontrado los elementos constitutivos correctos, y sin que se permita incluir en el cemento 25 materias perjudiciales, la fabricación de cemento Portland depende solamente de la elección y del tratamiento cuidadoso y preciso de los elementos constitutivos. Es extremadamente importante que las materias sean tratadas con un conocimiento completo de las operaciones químicas y mecánicas que conducen 30 a su combinación, ya que solamente esto puede facilitar la fa-

bricación regular de un producto fiable.

La composición química del producto de alimentación de la máquina, debe ser conocida y controlada dentro de límites muy estrechos mediante una dosificación de las materias primas, de tal manera que pueda obtenerse la seguridad de que la mezcla resultante contiene los elementos constitutivos químicos exactos que son necesarios para la fabricación de un cemento resistente y sano. Si las materias primas no se mezclan en esta proporción adecuada, poco o nada puede hacerse en las fases ulteriores de calcinación y molienda para corregirlo y se obtendrá un producto de calidad inferior.

La temperatura de calcinación a la cual, en un tiempo dado, se produce una combinación sustancialmente completa de la cal, es influenciada, no solamente por la composición química de la mezcla, sino también por la naturaleza mineralógica de las materias primas.

En algún punto del proceso antes de la clinkerización, las materias que han de ser clinkerizadas deben ponerse en contacto íntimo, deben intermezclarse mutuamente para que las reacciones de clinkerización se efectúen adecuadamente, y con esta finalidad se subdividen finamente en grado suficiente durante las operaciones preliminares de trituración y/o transformación en lechada. En un producto de alimentación típicamente preparado, el 90 al 95% de este producto atravesará un tamiz número 170 (4900 mallas/cm²).

La finura de la materia prima de alimentación es probablemente el factor separado más importante que influye en la calidad del cemento. Un producto de alimentación basto conduce a una combinación incompleta, dando lugar a la presencia en el clinker final de compuestos indeseables, en los cuales

está incluida una cantidad excesiva de cal libre.

5 El producto de alimentación debe, no solamente ser suficientemente fino, sino que debe también ser suficientemente homogéneo. Aunque se han tomado medidas complicadas durante la fase de preparación de la lechada y durante la recogida de la mezcla de materia prima seca a partir de montones especialmente dispuestos para reducir las variaciones de composición, es necesario además corregir la composición en tanques o silos de mezclado múltiples agitados que se someten a un análisis y a un control continuos complicados.

10 Los factores indicados más arriba, en particular, la composición, la finura y la naturaleza mineralógica, tienen una influencia sobre la capacidad de combinación de los materiales que han de ser calcinados, y esta capacidad de combinación determina la temperatura de calcinación necesaria. Un pequeño cambio de temperatura puede ser acompañado por un importante cambio en la cantidad de cal libre. La distribución y el estado de combinación química, por ejemplo de la sílice en las materias primas, tendrán un efecto sobre la temperatura de combinación. El tiempo de calentamiento es igualmente importante para efectuar la combinación.

15 La situación es todavía menos clara cuando existen sustancias que tienen un efecto mineralizante, en particular si existe una carga notable de mineralizadores volátiles en recirculación. Los mineralizadores pueden aumentar la fase líquida o alterar su viscosidad, o pueden hacer que el producto de alimentación penetre en la zona de calcinación en un estado intermedio más fácil de combinar. Los mineralizadores incluyen un cierto número de sustancias corrientes. Teniendo en cuenta la introducción de materias de desperdicios, tales co-

mo basuras o subproductos de combustión en la zona de calcinación, se observará que los mineralizadores que se encuentran corrientemente incluyen el óxido de hierro, la magnesia, los iones sulfato, el cloro y el fluor.

5 Existe un régimen de calcinación óptimo en el cual, con una composición dada, se obtiene una combinación adecuada con el mínimo de formación de cristales. Las condiciones de calcinación óptima de una mezcla particular presentan una importancia fundamental en la producción de cemento de alta calidad. Las condiciones de calcinación óptimas son condiciones de oxidación. Pueden producirse condiciones reductoras cuando la relación combustible/aire es incorrecta, cuando la mezcla de materias primas contiene materiales carbonáceos, o si el combustible parcialmente quemado se deposita en la capa de clinker y produce reacciones que conducen a la degradación de la alita en belita más la producción de cal libre, y mediante alteración del contenido de la fase líquida, perturban las combinaciones necesarias en un tren complejo de reacciones.

10
15
20 Si se deposita ceniza de carbón de manera heterogénea, ésta puede formar unas capas de recubrimiento fundidas sobre el clinker, anulando la porosidad y limitando la reoxidación.

25 Las principales reacciones de clinkerización se producen durante la fase líquida. La temperatura mínima a la cual se forma líquido en una mezcla de materias primas, y los cambios de las características del líquido con las variaciones de temperatura, tienen mucha importancia respecto a la calidad del cemento y varían de una mezcla a la otra.

30 Con relación a la posible introducción de materias de desperdicio en la zona de calcinación, es importante

hacer observar que cuando se quema carbón en un horno giratorio se incorpora una gran proporción de cenizas en el clinker. La composición de la materia prima de alimentación ha de ser ajustada para acomodar la ceniza y seguir produciendo una composición de clinker constante de acuerdo con las normas. El contenido de ceniza del carbón ha de ser mantenido dentro de límites estrechos, normalmente dentro de unos límites de más o menos 2 ó 3%. Es igualmente importante asegurar la incorporación homogénea de la ceniza en la carga del horno.

Unas partículas de ceniza pueden caer fuera de la llama en la parte externa del material de alimentación nodular durante la rotación del horno. Esto da lugar a la formación de nódulos de clinker con una capa de recubrimiento rica en silicatos y un núcleo con excesivo contenido de cal. La calcinación intensa necesaria en razón de esta heterogeneidad puede dar lugar a problemas de utilización tales como una vida acortada de los materiales refractarios y elevadas temperaturas del registro del horno, y puede igualmente producir una reducción notable de la resistencia eventual del hormigón.

Una cierta cantidad de materia no calcinada puede caer fuera de la llama sobre el material de alimentación y gastar oxígeno procedente de los óxidos del material de alimentación, dando lugar a una reducción de las condiciones mencionadas más arriba. Las sustancias de combustión deben estar dotadas de una suficiente rapidez de encendido y de combustión para quemar mientras están todavía en suspensión en la zona de la llama. El reglaje de la química del material de alimentación para efectuar eventualmente la absorción de las cenizas puede tener efectos secundarios tales como una mayor tendencia a la formación de polvo, y una reducción de la faci

lidad de formación de nódulos.

No debe pensarse que todas las sustancias combustibles son capaces de suministrar cenizas que pueden combinarse con el clinker de cemento.

5 En lo que antecede se ve claramente que la composición química del material de alimentación y de la materia combustible debe controlarse de manera estricta y que la cantidad de calor así como la velocidad de calcinación deben adaptarse de manera crítica al material de alimentación para obtener una buena calcinación. La necesidad de saber con precisión lo que ocurre en el horno es reforzada por el hecho de que las correcciones en el material de alimentación requieren un tiempo apreciable para obtener un efecto sobre el producto obtenido en el punto de control.

10 La calidad del producto es perjudicada igualmente por la presencia de sustancias nocivas. Muchas sustancias orgánicas en cantidades extremadamente reducidas tienen un efecto perjudicial, y la mayoría de los óxidos y sales inorgánicos perjudican la calidad del cemento.

15 Los procedimientos de fabricación de cemento Portland incluyen unas medidas no solamente para asegurar un producto standard, sino también para evitar la formación de productos nocivos en el medio ambiente o una contaminación inaceptable del mismo.

20 La fábricas modernas de cemento Portland son capaces de mantener la contaminación del ambiente dentro de unos límites determinados, particularmente con relación a la supresión del polvo y a la limitación de emisiones de humos indeseables, gracias a un equipo suplementario importante constituido por ejemplo por precipitadores destinados a este

30

fin, y/o mediante reciclado. Las chimeneas que permiten expulsar el efluente gaseoso de la fábrica de cemento hacia la atmósfera tienen normalmente una altura extremadamente elevada en comparación con los incineradores de basuras típicos. La producción total de efluente procedente de una fábrica de cemento que funciona satisfactoriamente está constituida por material útil o inocuo.

Una característica ventajosa del proceso según el invento consiste en que las medidas mencionadas más arriba para asegurar la calidad del producto y el control del efluente se mantienen eficazmente a pesar del consumo en el proceso, de materia de desperdicio que puede contener o que puede formar durante la calcinación, sustancias nocivas, contaminantes o tóxicas.

El contenido calcáreo del cemento Portland tiene un carácter básico, es decir que produce una reacción alcalina en agua, que se transmite a los materiales de formación de clinker y que se mantiene en los sólidos durante todo el proceso de fabricación de cemento y persiste en el cemento Portland producido, en razón de las proporciones requeridas de materias primas utilizadas. Por consiguiente, la introducción inicial de material calcáreo, tal como carbonato cálcico o piedra caliza, el producto de su mezcla con material arcilloso, en estado seco o húmedo, es decir los materiales de formación de clinker durante o después de la decarbonatación, el mismo clinker antes, durante o después de su trituración, y el polvo generado en cualquiera de estas operaciones en la fábrica, son todos materiales básicos en el proceso de fabricación de cemento Portland.

El invento es aplicable de manera particularmen

te ventajosa a materias de desperdicio en forma de desechos, es decir, desechos que se recogen normalmente en las ciudades. Estos desechos están constituidos por un material recogido principalmente, aunque no completamente en estado sólido, e incluye
5 basura (la cual es un producto de desperdicio alimenticio) desechos vegetales y animales procedentes de la manipulación, almacenado, comercialización, preparación, cocción y suministro de alimentos), así como detritos (término general para designar
10 desperdicios sólidos en los cuales no están incluidas la basura y la ceniza, que proceden de viviendas, establecimientos comerciales e instituciones). Los desechos contienen generalmente ceniza, vidrio, metales, papel, materia plástica, así como residuos vegetales y animales.

Los desechos se evacuaban hasta la fecha, principalmente en vertederos con o sin tratamiento mecánico; mediante
15 incineración en instalaciones especialmente previstas; o transformándolos en abonos. Cada método incluye un inconveniente principal debido a la necesidad de disponer de un espacio adecuado o al elevado coste de adquisición del equipo y de explotación del mismo, o a la presencia de sustancias de difícil
20 tratamiento. La presencia corriente de materias plásticas en los desechos puede dar lugar a la formación de gases nocivos o químicamente activos, particularmente ácidos, cuando se someten a la incineración.

Es conveniente disponer de un método para evacuar o utilizar los desechos, en el cual se utilizan todos los
25 valores residuales de estos desechos con una economía máxima y una contaminación insignificante o nula. Al respecto, la recuperación del valor de la energía térmica de los desechos presenta la posibilidad de una economía máxima. Un objeto del in-
30

5 vento consiste en proporcionar un procedimiento en el cual se recuperan la energía térmica y otros valores del material de desperdicio, directamente en la instalación existente y en el cual se asimilan de manera provechosa sin que se incremente sustancialmente la producción de efluente procedente de la instalación.

10 En la memoria de patente del Reino Unido, número 1.405.294 a nombre del mismo solicitante de la presente, se ha descrito un método para la calcinación de materias primas de formación de cemento Portland en condiciones adecuadas para obtener clinker de cemento Portland en un horno giratorio, en el cual las materias primas se introducen por una extremidad del horno y se proyecta combustible para asegurar la combustión en la zona de calcinación con una cantidad suficiente de aire de combustión en la extremidad opuesta del horno, y en el cual 15 los desechos municipales desintegrados o pulverizados se inyectan igualmente en la zona de combustión por la extremidad del horno en la cual se proyecta el combustible.

20 La combustión de los desechos se produce en la zona de combustión del combustible y las cenizas resultantes se añaden al clinker que se forma en el horno, mientras que los productos gaseosos de combustión de los desechos son arrastrados al gas que atraviesa el horno y a continuación lavados por el material calcáreo básico caliente presente antes de pasar a través del circuito de circulación de gases normales de 25 la fábrica de cemento para salir a la atmósfera.

30 El método descrito en la memoria número 1.405.294 estaba basado en los siguientes descubrimientos, los cuales, teniendo en cuenta lo que antecede respecto al control de calidad del cemento, eran bastante sorprendentes:

(a) Los desechos municipales, recibidos en su estado inicial o desmenuzados pueden, de hecho, ser reducidos en una forma pulverizada o desintegrada para ser transportados e inyectados en una cantidad controlada en un horno giratorio como si de carbón pulverizado se tratara.

(b) La ceniza de desechos municipales puede combinarse, de manera sorprendente, con el clinker de cemento Portland si se introducen los desechos propiamente dichos directamente en la zona de combustión del horno giratorio.

(c) Debido al hecho de que la ceniza de los desechos puede combinarse en el clinker y no es un mero diluyente, su presencia puede ser permitida en principio.

(d) La materia prima introducida en el horno puede ser ajustada en la práctica real para acomodar las cenizas eventuales de los desechos, sin perjudicar la calidad standard de los desechos.

(e) Cuando se efectúan los ajustes mencionados en el párrafo (d) es igualmente posible, de manera imprevista, compensar las variaciones atribuibles a los desechos.

(f) Los desechos pueden ser calcinados sin generar perturbaciones si se introducen directamente en la zona de combustión mientras que se fabrica el cemento Portland. Su efecto sobre la formación de polvo es insignificante y no existe un incremento importante en el contenido de materias dañinas en el polvo. Los oligoelementos no constituyen un peligro para la salud, incluso con un elevado nivel de sustitución del combustible por desperdicios; las cantidades no son ni importantes ni peligrosas. En la salida de la extremidad posterior del horno no existe ninguna cantidad de HCN, y ninguna concentración peligrosa de HCl, Cl₂, ó SO₂. No se acelera la corrosión en

los conductos de efluente. La eliminación del HCl que se produce durante la combustión de desperdicios en incineradores convencionales, es una ventaja importante facilitada por el invento.

5 (g) El contenido energético de los desperdicios se aprovecha útilmente, cualquiera que sea la cantidad de desperdicios en cuestión, porque no se queman aisladamente, si no con otro combustible.

10 (h) El grado de control del proceso de fabricación de cemento, puede, por tanto, ser aprovechado para utilizar totalmente los desperdicios obteniendo sin embargo un cemento Portland de calidad elevada, (y no solamente de calidad standard) obteniéndose al mismo tiempo una economía de combustible importante.

15 Desde el punto de vista de la evacuación de los desperdicios, la incineración de los desperdicios a las temperaturas presentes en la zona de combustión del horno giratorio, es decir las temperaturas típicas de fabricación de cemento de aproximadamente 1.350°C y una temperatura de llama de
20 de aproximadamente 1.800°C , presenta respecto a los incineradores municipales de tipo normal las ventajas que consiste en facilitar (1) una temperatura a la cual se produce una destrucción virtualmente completa del material de desperdicio, sin dejar residuos indeseables que hayan de ser transportados fue
25 ra de la fábrica, (2) un lavado adecuado de los gases liberados por los desperdicios, por medio de los materiales de fabricación de cemento de naturaleza básica presente, lo que reduce los problemas de corrosión y las emisiones de gas ácido hacia la atmósfera y (3) la eliminación de la posibilidad de
30 emisión de olores desagradables a partir de la chimenea.

El presente invento está basado además sobre el descubrimiento de que a pesar de la naturaleza algo imprevisible e inherentemente variable de la materia de desecho, pueden obtenerse las ventajas descritas más arriba, así como
5 otras ventajas, produciendo un cemento Portland de calidad standard e incinerando desechos y otros productos de desperdicio, pero realizando la incineración en una zona externa respecto al horno giratorio.

Las consideraciones que se tienen en cuenta
10 al respecto incluyen la utilización más favorable y más eficaz de cualquier valor calorífico de la materia de desperdicio, la posibilidad de aumentar la capacidad de evacuación de los desperdicios en una instalación dada, y una gama más amplia de materias de desperdicio aceptables, así como una mayor flexibilidad de explotación.
15

De acuerdo con el invento, se proporciona un procedimiento para fabricar cemento Portland que utiliza por lo menos un horno giratorio alimentado con materias calcáreas y arcillosas por una extremidad y que se calienta con un combustible que se suministra por la otra extremidad, haciéndose
20 pasar inicialmente a través del horno un gas que asegura la combustión; en este procedimiento se incineran materias de desperdicio distintas de un combustible en una zona externa al horno giratorio para obtener un producto gaseoso incombustible y un producto constituido por ceniza; dicho producto gaseoso
25 procedente de dicha zona se incorpora en el gas efluente procedente del proceso, mientras está en contacto con el material calcáreo utilizado en el proceso; se añade por lo menos una proporción de dicho producto constituido por ceniza a dichos
30 materiales calcáreos y arcillosos y se combina químicamente

con ellos durante la calcinación de dichos materiales por medio de dicho combustible para formar clinker de cemento Portland en el horno giratorio; y el clinker resultante se tritura a continuación para obtener cemento Portland standard.

5

10

15

20

En algunos modos de realización del invento, los materiales de desecho y similares pueden ser empleados sin preparación previa, salvo una limitación práctica del tamaño, particularmente, la longitud, de los trozos de materia que han de atravesar el equipo de alimentación que pueda ser utilizado, tal como válvulas giratorias. En otros casos puede ser ventajoso facilitar la introducción del material sometándolo a un se cado o a una o varias fases preparatorias de desintegración, por ejemplo en un equipo llamado pulverizador bien conocido para esta finalidad. Otro tratamiento preparatorio puede si se desea o si se necesita, incluir la separación de las clases particulares de sustancias, por ejemplo, mediante cribado giratorio o mediante separación magnética o balística. En variante, los materiales que atravesarán el proceso según el invento y que pueden ser separados del producto, pueden ser retirados después del proceso. Este procedimiento puede presentar la ven taja de obtener una refinación mediante calcinación del material separable.

25

30

El método del invento permite deshacerse de otras materias de desecho, incluyendo solventes y otros desperdicios industriales y otros de naturaleza tóxica, aceites de desecho, etc., utilizándose solos esos materiales si producen una ceniza residual durante su combustión en la zona de incine ración, o conjuntamente con un desperdicio capaz de producir ceniza. En general, se alcanzará una temperatura de incineración de por lo menos 750°C para producir la ceniza destinada

a combinarse en el clinker. El material suministrado para la incineración puede incluir una proporción de sustancias que no se transforman totalmente o de ninguna manera, en cenizas y productos gaseosos, siempre y cuando estas sustancias, tales como metales o vidrio, puedan separarse del clinker producido o se combinen en el clinker sin perjudicar la calidad del cemento Portland standard fabricado. Los desperdicios líquidos presentes o que se forman se vaporizarán generalmente durante el proceso.

La materia de desecho que puede ser evacuada por medio del presente invento, puede ser de manera muy general de origen industrial, institucional o doméstico, ya sea público o privado, e incluye una gran variedad de materiales de desperdicio, entre los cuales pueden mencionarse los siguientes a título de ejemplo:

Desperdicios de matadero; despojos;

Aceite contaminado con ácido;

Derivados del amoníaco;

Billetes de Banco que han de ser destruidos;

Corteza procedente de la fabricación del papel;

Plasma de sangre;

Mosto de cerveza y desechos de lúpulo;

Desperdicios de aislamiento e impregnación de

cables;

Negro de carbón y otros pigmentos;

Carbón procedente de torres de purificación;

Fibras de alfombra;

Tapizado de automóviles;

Vestidos, algodón, lana;

Escoria de carbón;
Desperdicios de granos de cacao;
Cáscara y desperdicios de coco;
Desecho de granos de café;
5 Resiguos de minas de carbón y minerales;
Correas transportadoras;
Desechos de aceite de cocción;
Creosota;
Cianidas;
10 Detergentes, fluidos de limpieza en seco y la
vado;
Tintes;
Productos de extracción de vertederos;
Desperdicios de granjas industriales; litera
15 de batería de crianza de pollos;
Fibras de vidrio;
Elementos de filtro, papel o tejido de filtro
y auxiliares de filtro, contaminados;
Desperdicios de pescado;
20 Desperdicios del tratamiento de congelación
de vegetales alimenticios;
Sarmientos de guisantes;
Hojas de embalaje de cigarrillos;
Tierra de batán;
25 Desperdicios de fábricas de muebles;
Basuras;
Pegamentos;
Recortes de hierba;
Desperdicios de peluquerías;
30 Desperdicios de hospitales, teatros y quirófa

nos;

5 Masa de extracción de zumo;
Recortes de cuero;
Desperdicios de molino;
Aceite de motor y otros desperdicios de fluidos funcionales;

10 Basuras municipales;
Desperdicios de papel de periódico;
Lodos de pintura;
Pulpa de fabricación de papel;
Residuos de cacahuetes;
Pesticidas y herbicidas;
Desperdicios de productos farmacéuticos incluyendo medicamentos pasados de fecha, vacunas, cultivos en jalea de petróleo;

15 Desperdicios de limpieza de máquinas de impresión con tinta;
Desperdicios de desmoldeo de plástico;
Desperdicios de refinería; ceras;

20 Latas de alimentos rechazadas;
Cáscara de arroz;
Neumáticos de caucho;
Escombros;
Desechos de cerería;

25 Hierbas;
Desperdicios de extracción de aceite de semillas;

30 Aguas negras, lodos;
Residuos de sentina de barcos;
Carburo de silicio;

5 Desechos de fabricación de jabón;
Solventes;
Desperdicios de soja;
Paja;
Remolacha;
Desperdicios de té;
Desperdicios de laboratorios de pruebas;
Madera de emplazamientos de construcción;
Hojarasca;
10 Pre-revestimiento de filtro de vacío;
Pergamino vegetal, contaminado con ácido sulfú-
rico;
Catalizadores desechados;
Desperdicios procedentes de la fabricación del
15 gas ciudad;
Residuos de preparación de vino;
Virutas de madera, desperdicios de carpinterías.
El producto de combustión gaseoso de la zona de
incineración es eficazmente lavado mediante contacto con el
20 material básico y es evacuado eventualmente de la instalación
aplicando las mismas precauciones que las que se utilizan con
el efluente gaseoso normal del proceso de fabricación de cemen-
to.
Con el objeto de satisfacer el requisito de que
25 el producto gaseoso procedente de la zona de incineración es-
té incorporado en el gas efluente procedente del proceso de
fabricación del cemento, es suficiente debido a la naturaleza
básica del material calcáreo mencionada más arriba, arrastrar
el producto gaseoso en el efluente gaseoso en cualquier punto
30 situado antes de la fase en la cual se lava el gas efluente

para su descarga, por ejemplo en un punto situado antes de los precipitadores electrostáticos, por ejemplo en el molino de trituración inicial, a partir del cual la circulación de aire sale a través de los precipitadores. Sin embargo, en los modos de realización preferidos del invento, y particularmente cuando el producto gaseoso de incineración tiene un valor térmico útil derivado de la materia de desecho, el gas efluente en cuestión es el gas que atraviesa el horno. Por tanto, el producto gaseoso puede ser arrastrado en el efluente gaseoso introduciéndolo en uno de varios puntos del trayecto del gas en la instalación de cemento, por ejemplo en la extremidad de calcinación del horno giratorio en el orificio de salida de gases de escape del horno, en una fase de precalentamiento en la cual se prepara el producto que ha de ser introducido en el horno, o en el conducto que conecta esta fase con el horno o en la tubería de escape de gases que conduce a los precipitadores.

De acuerdo con una primera forma preferida del invento, la zona de incineración para la materia de desperdicio, es una zona a través de la cual dichos materiales calcáreos y arcillosos pasan a una temperatura tal que la materia de desperdicio quema en ella. Esta zona puede ser una parte del precalentador de parrilla móvil de dichos materiales calcáreos y arcillosos o puede estar situada en el precalentador de suspensión de gas o en el precalcinador de dichos materiales calcáreos o arcillosos, o esta zona puede situarse dentro de un conducto que está directamente conectado con dicha primera extremidad del horno giratorio tal como un canal de alimentación a través del cual los materiales precalentados bajan en la extremidad posterior del horno, y que puede tam-

bién constituir el tubo de evacuación del efluente de gas procedente del horno.

5 En unos modos de realización de esta forma del invento, la incineración de los desechos se efectúa dentro de una zona operacional inherente al proceso de fabricación del cemento donde el calor resultante puede ser absorbido útilmente, siendo la ceniza resultante dirigida e inmediatamente añadida e incorporada al material de formación de clinker para su ulterior combinación con éste mediante calcinación, mediante que el producto de combustión gaseoso se une a las corrientes de gas que están presentes en la zona en su trayecto en contacto con el material en suspensión o soportado básico, es decir el material de formación de clinker.

10 De acuerdo con una segunda forma de realización preferida del invento, la zona de incineración está situada fuera del trayecto de los materiales calcáreos y arcillosos en el proceso, y el producto gaseoso se utiliza preferentemente para impartir calor a dichos materiales antes de su entrada en el horno giratorio. En este modo de realización, se utiliza un horno auxiliar para quemar la materia de desperdicio, y el producto gaseoso resultante, así como la ceniza residual pueden introducirse conjuntamente o por separado en la misma parte o en partes diferentes de la instalación de fabricación de cemento de acuerdo con la circunstancia o las ventajas particulares de cada caso.

20 Los emplazamientos de arrastre del producto gaseoso son los que se han mencionado más arriba; puede existir una cierta cantidad de ceniza ligera arrastrada en este producto gaseoso y que puede por lo menos parcialmente, penetrar en el sistema de fabricación de cemento, por ejemplo parcial-

mente absorbido en el sistema de fabricación de cemento, por ejemplo en el polvo reciclado a partir de los precipitadores para ser insuflado en la extremidad delantera del horno. Una parte o la totalidad de la ceniza residual es conducida por lo menos a uno de varios puntos de entrada posibles para ser añadida al material de formación de clinker, preferentemente antes de su entrada en el horno giratorio, la fase de preparación que incluye el mezclado de las materias primas constitutivas del cemento en forma seca o húmeda, la fase de precalentamiento o precalcificación, tal como un secador de pulverización de lechada, un precalentador de suspensión de gas o un precalentador de parrilla móvil, o el canal de entrada de sólidos de alimentación del horno giratorio. En variante, la ceniza puede ser introducida en la extremidad de calcificación del horno giratorio.

En lo que sigue, se describirán varios modos de realización, haciendo, en primer lugar, referencia a la forma de realización del invento mencionada primeramente.

Los desechos pueden ser introducidos en un precalcinador de parrilla móvil, tal como un calcinador "Lepol", en el cual los materiales de formación de clinker introducidos de manera continua se tratan térmicamente antes de que puedan caer en un horno giratorio. Dicha parrilla móvil incluye típicamente dos compartimientos situados en serie para secar y calcinar parcialmente, respectivamente, el material de formación de clinker mientras es transportado bajo la forma de una capa de nódulos a través de los compartimientos sobre la parrilla móvil, suministrándose normalmente calor a la capa mediante aspiración hacia abajo a través de la capa en cada compartimiento sucesivamente, de una corriente de gas

caliente procedente de la extremidad posterior del horno giratorio asociado, por medio del ventilador de tiro inducido. El material de desecho, tal como basura, puede caer en el segundo compartimiento o compartimiento de precalcificación, por ejemplo a través de una válvula de mariposa doble, a partir de la cual la aspiración existente la aspira sobre la capa, en variante con un material combustible tal como turba o aceite o con gas caliente procedente de una fuente de suministro auxiliar. La materia combustible se dirige preferentemente hacia aquella parte de la capa que ha entrado más recientemente en el compartimiento y quema produciendo cenizas que se añaden íntimamente al material de formación de clinker para su combinación ulterior en el horno y produciendo además un producto de combustión gaseoso que se aspira a través del material caliente conteniendo el elemento constitutivo calcáreo básico en la parrilla móvil conjuntamente con la circulación de gas normal en su camino hacia la instalación de extracción de polvo constituida por ejemplo por unos precipitadores.

El material de desecho, por ejemplo basura, puede introducirse de manera similar y puede quemarse en una fase de precalentamiento de suspensión de gas que puede también asociarse con un horno para suministrar calor a un precalentador, donde se pretratan los materiales de formación de clinker, por ejemplo en una serie de ciclones antes de penetrar en el horno giratorio. La ceniza procedente de la basura puede caer a partir del precalentador, ser añadida al material de formación de clinker y ser arrastrada por éste, a lo largo del canal usual situado en el horno, mientras que el producto de combustión gaseoso procedente de la basura se une al gas en suspensión ascendente, mientras pasa a través de los ciclones a contra-

corriente respecto a la circulación de los materiales de fabricación de cemento que contienen el elemento constitutivo básico calcáreo, que se dirigen hacia la instalación de extracción de polvo.

5 Los materiales de desecho, tales como basura, pueden introducirse por medio de una válvula o con ayuda de un transportador que conduce al conducto a través del cual los materiales de formación de clinker bajan para penetrar en el horno giratorio, donde se incinerará la basura, siendo los
10 productos gaseosos resultantes absorbidos, como en otros modos de realización, por la corriente de gas normal procedente del horno, y sirviendo para mejorar su valor calorífico en cualquier fase de precalentamiento conectada al conducto, mientras que la ceniza baja en el horno para combinarse con
15 los productos de formación de clinker.

 En los modos de realización de la segunda forma preferida del invento mencionada más arriba, se utiliza preferentemente un combustor de capa fluidizada en el cual se quema el material de desecho. Un combustor de capa fluidizada
20 particularmente adecuado, tiene un suelo inclinado hacia abajo y permite el reglaje por medio del control del suministro de aire debajo de la capa, de la recirculación del material parcialmente quemado en un circuito ascendente mientras la ceniza se extrae de la parte inferior a una velocidad adecuada con relación a las velocidades de alimentación y de combustión. Unos combustores de capa fluidizada de este tipo se describen, por ejemplo, en las memorias de patente de los Estados Unidos, números 1.299.125 y 1.448.196. Otros combustores de capa fluidizada particularmente diseñados para quemar basura se describen por ejemplo en las memorias de patente del
25
30

Reino Unido, números 1.212.887, 1.268.924, y 1370.096.

La utilización de capas fluidizas permite llevar a la práctica el método según el invento de una manera flexible, con respecto a la materia combustible aceptable y con respecto al emplazamiento de la entrada de los productos de combustión en el proceso de fabricación de cemento.

Unos ejemplos ventajosos de conexiones entre el combustor de capa fluidizada y el proceso de fabricación de cemento son los siguientes, que se dan a título de ilustración y que son susceptibles de variaciones:

1. La ceniza en cualquier punto entre la trituration inicial y el horno giratorio; el gas caliente en la unión entre el horno y el refrigerador.

2. La ceniza en el precalentador de suspensión; el gas caliente en el precalentador de suspensión.

3. La ceniza en el precalentador de parrilla móvil; el gas caliente en el precalentador de parrilla móvil.

4. La ceniza en el horno; el gas caliente en el secador de lechada de cemento por pulverización (a partir del cual el producto seco pasa al horno).

5. La ceniza en el triturador inicial; el gas caliente en el triturador inicial.

En ciertos modos de realización, el calor disponible a partir del combustor de capa fluidizada puede ser superior al que es útil en la fase del proceso de fabricación de cemento a la cual se suministra, en el caso, en particular, de un secador por pulverización. En estos casos, es ventajoso extraer el calor, por ejemplo bajo la forma de vapor, por medio de un intercambiador térmico situado en el circ

5 cuito del producto de combustión gaseoso caliente, dentro o fuera de la cámara de combustión , o por medio de tubos de intercambio térmico que atraviesan la capa fluidizada caliente. Por otra parte, si el gas es particularmente interesante como fuente de suministro de calor, es posible elevar la temperatura de combustión.

10 El método según el invento es aplicable a cualquier proceso de fabricación de cemento Portland. Se efectúan los reglajes necesarios en la fuente de suministro normal de combustible al proceso para tener en cuenta la contribución calorífica de la materia combustible, y se efectúan unos reglajes de la alimentación con material de formación de clinker para tener en cuenta la contribución de la ceniza en la formación de clinker. Naturalmente estos reglajes están relacionados con la proporción de materia combustible incinerada con referencia al suministro de combustible al proceso de fabricación de cemento.

15 La proporción de combustible que puede ser asimilada por el método según el invento, puede limitarse por el grado en el cual pueden haber sido tenidos en cuenta los indicios de cualquier material tóxico tal como plomo o cinc en el efluente, o por la influencia de la ceniza sobre la composición del producto standard. El peso de la materia combustible incinerada, expresado en función del peso del clinker producido, puede alcanzar hasta 60% o incluso más; sin embargo, incluso algunos por cientos , representan en un proceso de fabricación de cemento industrial una cantidad considerable de materia combustible, y con relación a las basuras municipales, por ejemplo, permite prever la asimilación en una planta de fabricación de cemento, de la basura de una ciu

dad importante.

El invento se describirá más detalladamente, a título ilustrativo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

5 La figura 1 es un diagrama de proceso de fabricación que corresponde a una instalación de fabricación de cemento por vía húmeda, que utiliza un combustor de capa fluidizada para la materia de desecho, de acuerdo con la segunda forma preferida del invento;

10 la figura 2 es un diagrama de proceso de fabricación que corresponde a una instalación de fabricación de cemento por vía semi-húmeda, que utiliza un secador de pulverización para la preparación de los productos de alimentación del horno, y un combustor de capa fluidizada para
15 la materia de desecho de acuerdo con la segunda forma preferida del invento;

 la figura 3 es un diagrama de proceso de fabricación que corresponde a una instalación de fabricación de cemento por vía seca o semi-seca utilizando un precalentador de parrilla móvil, y que utiliza ya sea un combustor de
20 capa fluidizada para la materia de desecho de acuerdo con la segunda forma preferida del invento o que utiliza el compartimiento situado río abajo de la parrilla móvil como zona de incineración de la materia de desperdicio, de acuerdo con la
25 primera forma preferida del invento; y

 la figura 4 es un diagrama de proceso de fabricación que corresponde a una instalación de fabricación de cemento por vía seca que utiliza un precalentador de suspensión de gas, y que emplea, ya sea un combustor de capa fluidi
30 zada para materia de desecho de acuerdo con la segunda forma

preferida del invento, ya sea el conducto de conexión entre el precalentador y el horno giratorio, o una zona en el precalentador, como zona de incineración de la materia de des-
perdicio de acuerdo con la primera forma preferida del inven-
to.

5

En las figuras, se representan solamente aque-
llas partes esenciales de la instalación particularmente re-
lacionadas con el invento; se entiende que los aparatos auxi-
liares usuales están presentes en la instalación de fabrica-
ción de cemento. Los elementos que tienen funciones análogas
se indican por medio de referencias numéricas similares o re-
lacionadas.

10

Haciendo referencia a la figura 1, se repre-
senta en ésta una fase de preparación de lechada 1A, que in-
cluye típicamente unos molinos de lavado para cal o arcilla,
cribas, y tanques de mezclado y de almacenado de lechada ter-
minada. Esta fase se alimenta con agua y las materias primas
2 constituidas por cal y arcilla, y la lechada preparada es
transportada por la tubería 3A para ser introducida en la ex-
tremidad posterior del horno 4W. En el horno 4W la lechada
es secada, decarbonatada y transformada en clinker de cemen-
to Portland por el calor desarrollado por la combustión del
combustible introducido en la extremidad delantera 5 del hor-
no 4W. El clinker caliente sale del horno 4W a través de una
campana en 6, y a continuación atraviesa el refrigerador 7
para ser descargado en 8 en una fase de molienda final, que
no se representa. El aire suministrado en 9 al refrigerador
7 se calienta mientras enfría el clinker y constituye el ai-
re secundario precalentado para el combustible inyectado en
el horno 4W donde asegura la combustión del combustible. El

15

20

25

30

5 efluente gaseoso procedente del horno 4W es extraído por el
conducto 10 y es conducido a unos precipitadores electrostá-
ticos 11 donde se desempolva y finalmente es liberado en la
atmósfera por la chimenea 12. El polvo recogido en los preci-
pitadores puede ser devuelto al horno 4W por la tubería 13
que conduce a la extremidad delantera del horno, o por medio
de palas (no representadas) en un punto situado más arriba
en el horno.

10 La materia de desecho 14 se introduce en la
extremidad poco profunda de un combustor de capa fluidizada
15. El combustor 15 está construido con un soporte de capa
inclinado 16 provisto de orificios que están dispuestos pa-
ra ser alimentados selectivamente desde la parte inferior
con aire de fluidización procedente de una fuente de suminis-
15 tro que no se representa, a velocidades diferenciales, estan-
do la cámara de pleno situada debajo del soporte 16 compartá-
mentada para esta finalidad, y obteniéndose finalmente un
movimiento circulatorio de los materiales de la capa alrede-
20 dor de un eje sustancialmente horizontal. La materia de des-
perdicio se incinera en el combustor 15 de una manera bien
conocida para formar un producto de combustión gaseoso que
sale por el conducto 17 y una ceniza residual que pasa a un
transportador 18 para ser conducida a la fase de preparación
de lechada 1A para su incorporación a las materias primas de
25 preparación del cemento, por ejemplo, antes de los tanques
de mezclado.

30 En una forma de los modos de realización que
se ilustra en la figura 1, el producto gaseoso que sale por
el conducto 17 atraviesa un intercambiador térmico 19 que
permite tomar la energía térmica sobrante para utilizacio-

nes auxiliares, y el producto gaseoso es conducido por el conducto 17C al conducto 10 donde se une al efluente calcáreo conteniendo polvo procedente del polvo 4W para ser desempolvado y liberado en la atmósfera como se ha descrito más arriba. En una variante de este modo de realización el producto gaseoso caliente, procedente del combustor 15, se desplaza por un conducto 21 para unirse al aire que penetra en el aire en 6, si el producto gaseoso caliente tiene una temperatura suficientemente elevada para ser útil en esta dirección.

La ceniza puede, en variante, ser tomada de la tubería 18, y en caso de necesidad puede ser triturada en un molino 20, antes de ser introducida directamente en la extremidad posterior del horno 4W con la lechada suministrada por la tubería 3A.

Generalmente, el intercambiador térmico 19 asegura el intercambio térmico en el sistema de combustor fluidizado y puede ser complementado o reemplazado por un dispositivo de intercambio térmico (no representado) situado en la corriente de gas caliente dentro del combustor 15, o dentro de la capa que quema sobre el soporte 16. El agua suministrada para el intercambio térmico en el intercambiador 19 o en otro dispositivo de intercambio térmico asociado con el combustor 15, puede también contener calor obtenido a partir de cualquier punto del sistema de fabricación del cemento.

En aquellos modos de realización del invento en los cuales se incinera la materia de desperdicio dentro de una zona a través de la cual pasan los materiales calcáreos y arcillosos, las cenizas residuales resultantes se añe

den generalmente a los materiales calcáreos y arcillosos durante su paso a través de la instalación. Cuando la zona de incineración de la materia de desperdicio es externa al circuito de los materiales calcáreos y arcillosos a través del proceso, 5 sin embargo, no es necesario que toda la ceniza residual pase automáticamente en el proceso de fabricación de cemento, aunque en general, se gastará totalmente en el proceso para asegurar la ventaja máxima de eliminación de los desperdicios. El invento permite un grado de flexibilidad a este respecto, y cuando 10 la materia de desperdicio es tal que el interés principal del proceso consiste en eliminar el producto de incineración gaseoso y/o recuperar el valor térmico de la materia de desperdicio, y cuando la ceniza puede tener otras aplicaciones, en este caso la ceniza añadida a los materiales calcáreos y arcillosos 15 puede constituir solamente una parte de las cenizas producidas en la zona de incineración, según las consideraciones económicas. En estos casos, por lo menos el 20%, preferentemente por lo menos el 50% y de manera todavía más preferible el 90% en peso de la ceniza residual, se introduce por medio de la tubería 18, o de otra manera, en la parte de fabricación de cemento del sistema. 20

En todos los casos, la materia prima introducida en el proceso de fabricación de cemento está constituida de modo que tenga en cuenta cualquier contribución de la ceniza a la composición eventual del clinker. 25

En la figura 2 se representan una fase de preparación de lechada 1A alimentada por materias primas 2 y agua, una tubería de conducción de lechada 3A, una fuente de suministro de combustible 5, una campana 6, un refrigerador 7, una 30 descarga de clinker 8, una entrada de aire 9, unos precipitados

res 11, una chimenea 12, una fuente de suministro de materia de desperdicio 14, un combustor fluidizado 15 que contiene un soporte de capa 16, un conducto de producto gaseoso 17 y un transportador de ceniza 18, un intercambiador térmico 19, un molino 20 y en variante, un conducto de producto gaseoso 21, todos similares a los elementos que llevan las mismas referencias numéricas en la figura 1, y que aseguran esencialmente las mismas funciones.

Por lo menos, una parte de la lechada preparada en la fase 1A se seca por pulverización y el resto se mezcla con el producto secado por pulverización; dosificando adecuadamente la cantidad de materia secado por pulverización en la mezcla resultante, se obtiene una materia prima con un contenido adecuado de humedad que se suministra al horno giratorio.

Por consiguiente, por lo menos una parte de la lechada preparada en la fase 1A se introduce por medio de la tubería 3A al rotor de atomización 22 de un secador por pulverización 23 donde se seca por pulverización en una atmósfera caliente obtenida como se describirá más adelante. El producto sólido secado por pulverización, baja por la tubería 24 y se mezcla, por un dispositivo no representado, con cualquier cantidad suplementaria de lechada húmeda suministrada directamente a partir de la fase de preparación 1A o a partir de la tubería 3A. La materia prima de alimentación así preparada penetra en el horno 4D.

El horno 4D es fundamentalmente similar al horno 4W de la figura 1, pero funciona como horno de proceso por vía seca y es algo más corto para la misma capacidad de producción. Se han tomado medidas para que el efluente gaseoso

caliente que sube por el tubo 10A a partir del horno 4D penetra en la cámara 23 del secador por pulverización o pase en derivación a lo largo de un conducto 10B hasta el conducto 10C que conduce el gas de escape desde el secador por pulverización 23 hasta los precipitadores 11. Igualmente, se ha previsto gracias a la tubería 17A, que el producto gaseoso caliente procedente del combustor 15 pueda penetrar en la cámara 23 del secador por pulverización. La atmósfera caliente en el secador por pulverización se obtiene así por medio del producto de incineración gaseoso con una cantidad variable de efluente de gas de horno y el gas húmedo resultante procedente del secador por pulverización se escapa por la tubería 10C.

Si una proporción relativamente reducida de los sólidos de alimentación del horno se seca por pulverización y, si por tanto, el efluente gaseoso del horno tiene un contenido de humedad relativamente elevado, puede ser preferible hacer pasar la totalidad del gas efluente del horno directamente por el conducto de derivación 10B hasta el tubo de evacuación 10C. Por otra parte, si se aumenta el grado de secado de las materias de alimentación del horno, es decir, si se aumenta la proporción de los materiales de alimentación secados por pulverización, el gas resultante más caliente y más seco que sale del horno por el tubo 3A puede ser utilizado útilmente en el secador por pulverización. Las consideraciones económicas tienden a limitar la capacidad volumétrica de gas del secador por pulverización, y el rendimiento de transferencia de masa obtenible en el secador por pulverización puede conducir en la tubería de evacuación 10C a unas condiciones que se acercan demasiado a las condiciones de saturación; el gas efluente caliente procedente del horno suministrado a tra

vés de la derivación 10B puede ser utilizado para elevar el punto de rocío del gas en la tubería de evacuación 10C antes de que llegue a los precipitadores.

5 En la figura 3, se representa un horno 4D como en la figura 2, y una fuente de suministro de combustible 5, una campana 6, un refrigerador 7, una descarga de clínker 8, un orificio de entrada de aire 9, unos precipitadores 11, una chimenea 12, una fuente de suministro de materia de
10 desecho 14, un combustor de capa fluidizada 15, que contiene un soporte de capa 16, un conducto 17 de producto gaseoso, un transportador de ceniza 18, un intercambiador térmico 19, un molino facultativo 20, y un conducto, en variante, de producto gaseoso 21, siendo todos estos elementos similares a los elementos que llevan los mismos números de referencia en la figura 1, y realizando esencialmente las mismas funciones.

15 En una fase de preparación de materias primas 1B, que incluye por ejemplo los silos de mezclado y los silos de almacenado de materias primas, la piedra caliza y la arcilla 2 mezcladas y suministradas a través de un molino de trituración inicial 2A, se preparan y almacenan y a continuación se conducen por medio del elevador 3B a unos granuladores (no representados) que alimentan un precalentador 24 de parrilla móvil del tipo de tiro descendente "Lépòl", el cual a su vez alimenta el horno 4D con nódulos precalentados y parcialmente
20 calcinados de materiales de formación de clínker, por medio del conducto 100. El gas caliente procedente del horno sube por el conducto 100 para ser utilizado como medio de calentamiento en la parrilla 24 antes de ser evacuado por el conducto 10C hacia los precipitadores.

25 El producto de incineración gaseoso contenido

en la tubería 17 es conducido por la tubería 17A a través del techo de la zona de calcinación 25 de la parrilla 24, o por medio de la tubería 17B al tubo vertical 100, con el objeto de elevar la temperatura en la parrilla 24; o por medio de la tubería 21 hasta la extremidad delantera del horno; o por medio de la tubería 17C a través del intercambiador térmico 19 hasta los precipitadores 11.

La ceniza procedente de la capa fluidizada es transportada, bien por la tubería 18A hasta la fase de mezclado, o bien por la tubería 18B hasta el molino inicial, para su incorporación en el producto de alimentación preparado para el proceso de fabricación de cemento, con o sin trituración. El producto gaseoso de la tubería 17 puede también suministrarse, por unos medios (no representados) asociados con la tubería 18B, al molino de trituración de materias primas 2A.

El material de desecho 140 puede ser introducido, en variante a la utilización de una capa fluidizada, a través del techo de la parrilla y una zona de calcinación 25 encima de la capa de la parrilla 24, por una válvula adecuada o por medio de inyección en aire, y esta materia de desecho quema en la capa móvil 26, con lo cual la ceniza resultante se incorpora a la materia de alimentación del horno y el producto de incineración gaseoso se une a la circulación de gas efluente que sale por el conducto 10C.

En la figura 4, se representan una fase de preparación de materias primas 1B, una fuente de suministro de materias primas 2, un molino 2A, un transportador 3B, un horno 4D, una fuente de suministro de combustible 5, una campana 6, un refrigerador 7, una descarga de clinker 8, un ori-

5 ficio de entrada de aire 9, una salida de gas efluente 10C, unos precipitadores 11, una chimenea 12, una fuente de suministro de materia de desecho 14, un combustor de capa fluidizada 15 que contiene el soporte de capa 16, los conductos de productos gaseosos 17 y 17C, unos transportadores de ceniza 18, 18A y 18B, un intercambiador térmico 19 y un molino 20, un conducto facultativo 21 de productos gaseosos, siendo todos estos elementos similares a los que llevan los mismos números de referencia en las figuras 1 y 3, y realizando esencialmente las mismas funciones.

10 El elevador 3B suministra la materia prima preparada a un precalentador de suspensión de gas 27 a partir del cual la materia precalentada en forma de partículas se suministra a través del canal 100' al horno 4D. El gas caliente de suspensión y calentamiento en el precalentador se obtiene a partir del horno a través del tubo vertical 100 y se escapa eventualmente a través del conducto 10C. El producto de incineración gaseoso se introduce por medio del conducto 17A en la corriente de gas del precalentador y la ceniza residual puede ser introducida igualmente en los sólidos preparados para su tratamiento en el precalentador. La ceniza puede ser añadida directamente por la tubería 18C a los sólidos de alimentación del precalentador.

25 En lugar de utilizar la capa fluidizada, el material de desecho 141 o 142 puede ser introducido en el canal 100' o en una sección del precalentador, respectivamente, donde quema, incorporándose la ceniza resultante en el material de alimentación del horno y uniéndose el producto gaseoso de incineración a la circulación de gas que atraviesa el precalentador.

30

Los ejemplos que siguen ilustran más claramente el invento,

5 Con el objeto de efectuar un cálculo a título de ilustración, se supondrá que la materia de desecho es basura que tiene (i) un valor calorífico neto de 5.000 kcal/kg en seco sin ceniza, (ii) un contenido de humedad cuando se introduce en el combustor, igual al 24% de su peso y (iii) un contenido de ceniza del 29% de su peso.

10 El siguiente balance térmico está basado en una basura que contiene 1 kg de combustible que presenta un valor calorífico de 5.000 kcal (es decir 1,85 kg de basura de alimentación).

15 En el caso de un combustor de capa fluidizada con una temperatura de 900°C, se obtiene el siguiente balance térmico cuando se han establecido las condiciones de combustión estequiométricas. Se supone que los tubos de vapor de intercambio térmico están dispuestos en la capa.

	Entrada	Salida
	<u>kcal</u>	<u>kcal</u>
20 Combustión de basura	5.000	
Productos de combustión (8,250 kg)		1.930
Ceniza (0,408 kg)		77
Evaporación de agua (0,445 kg)		400
25 Calor extraído bajo la forma de vapor por los tubos situados en la capa		<u>2.592</u>
		<u>5.000</u>

30 Suponiendo que los productos de combustión gaseosos se tomen a través de un intercambiador térmico donde los gases se enfrían a 200°C, por ejemplo, produciendo más

vapor, tenemos:

Productos de combustión	1.500 neto	
Pérdidas		225
Vapor producido		<u>1.275</u>
		<u>1.500</u>

5

El rendimiento de la recuperación de calor puede ser calculado de la siguiente manera:

	<u>kcal</u>
Calor obtenido bajo la forma de vapor (i)	
10 a partir de los tubos	2.203
(= 2.592 x 0,85)	
(ii) a partir del intercambiador	<u>1.275</u>
	<u>3.478</u>

Calor d entrada = 5.000 kcal.

15

Por tanto el rendimiento es: = 3478/5000, es decir 70%.

Este rendimiento del 70% puede ser comparado con el que puede ser obtenido con el método descrito en la memoria de patente del Reino Unido, número 1.405.294; en este método, 4,5 toneladas de basura tienen un valor calorífico equivalente al de una tonelada de carbón standard (7000 kcal/ 20 kg) mientras que en el método según el invento, 2,6 toneladas de basura producen el mismo efecto calorífico. Por tanto, el primer método tiene un rendimiento del 58%.

EJEMPLO 1

25

Haciendo referencia a la figura 1 de los dibujos adjuntos, si la ceniza procedente del combustor 15 representa el 50% en peso de la cantidad de arcilla introducida en el proceso de fabricación de cemento, para 40 toneladas por hora de fabricación de clinker, que necesitan 66 toneladas 30 psor hora de materia prima, en la cual 13,2 toneladas por ho-

ra están constituidas por arcilla, la ceniza absorbida en el clinker constituirá 6,6 toneladas por hora, y esta ceniza será proporcionada por la combustión de $6,6 \times 1,85/0,408 = 30$ toneladas por hora de basura.

5

Por consiguiente:

	Entrada	Salida
	x 1000	x 1000
	<u>kcal/h</u>	<u>kcal/h</u>
10	Entrada de calor debida a la combustión de la basura	
	80.750	
	Productos de combustión (133,2 toneladas/hora)	31.170
	Ceniza (6,6 toneladas/hora)	1.244
	Evaporación de agua (7,2 toneladas/hora)	6.460
15	Calor disponible para formación de vapor en la capa	41.876
	(ii) intercambiador térmico (19) gases enfriados a 200°C	
20	Calor de entrada de los productos de combustión	24.225
	Pérdidas	3.634
	Vapor producido	<u>20.591</u>
		<u>24.225</u>
25	Potencial de recuperación total de calor bajo la forma de vapor	
	= 20.591,00 + (41.876,00 x 0,85) kcal/h	
	= 56.186,00 kcal/h	

30

El proceso gasta 30 toneladas por hora de basura, lo que representa el 75% del peso del clinker, con un beneficio térmico de aproximadamente $56,2 \times 10^6$ kcal/h bajo la

forma de vapor.

EJEMPLO 2

Este ejemplo se refiere a la figura 2 de los dibujos adjuntos y a la utilización de productos de combustión gaseosos procedentes del combustor 15 para el secado de la lechada.

Tomando la misma cantidad de basura, 30 toneladas por hora, como en el caso del ejemplo 1, obtenemos 133,2 toneladas por hora de productos de combustión gaseosos a 900°C.

Vapor procedente del combustor = 41.877,00 kcal/h

Temperatura de escape = 180°C

en el caso de lechada con un contenido de humedad del 40%:

Calor necesario por cada kilo de agua evaporada = 708 kcal

Sólidos calentados a 180°C = 65 kcal

773 kcal

por kg de agua evaporada.

Los productos de combustión se enfrían a 180°C, liberando:

133,2 x 1000 x 0,26 x 720 = 24.935.040 kcal/h que secan

32,357 kg/h de agua procedente de la lechada de alimentación

del horno, proporcionando así 48.386 kg/h de sólidos secos,

es decir una cantidad equivalente a 29,3 toneladas por hora

de clinker.

Balance térmico del sistema: (base 1 hora)

	Entrada	Salida
	x 1000	x 1000
	<u>kcal</u>	<u>kcal</u>
30 toneladas/hora de basura	80.750	
Vapor		41.876
Secado de la lechada		24.935

	Entrada	Salida
	x 1000	x 1000
(continuación)	<u>kcal</u>	<u>kcal</u>
Escape		<u>13.939</u>
		<u>80.750</u>

5

10

15

El efecto del funcionamiento del horno giratorio es que se necesita menos combustible fosil. Debido a que el contenido de humedad de los productos de alimentación ha sido reducido hasta un nivel eficaz de 15% para un nivel de producción de 40 toneladas por hora de clinker, la temperatura subirá en la extremidad posterior del horno. La totalidad o una parte del efluente gaseoso caliente procedente del horno puede ser también dirigida al secador por pulverización, lo que permite aumentar su potencial de secado de la lechada, o puede ser utilizada, (por medio de la derivación 10B) para mantener el punto de rocío al nivel deseado para los precipitadores, según la proporción de calor tomada a partir de la basura bajo la forma de vapor o bajo la forma de medio de secado de la lechada.

20 EJEMPLO 3

Este ejemplo se refiere a la figura 3 de los dibujos adjuntos.

25 Si se queman 20 toneladas por hora de basura en el combustor 15 conjuntamente con la producción de 40 toneladas por hora de clinker utilizando una parrilla Lepol como parrilla móvil 24, el beneficio térmico para el proceso (efectuando los cálculos como en los ejemplos 1 y 2) es de 17.316.000 kcal/h, ya que la temperatura de salida del sistema es convencionalmente de 150° C.

30 Esto permite ahorrar una cantidad correspondien

te de combustible fósil quemado en el horno. Además, se generará vapor equivalente a 13.959.000 kcal/h. Si la basura se añade directamente a la parrilla, la cantidad que puede ser absorbida en el proceso de fabricación del cemento se limitará aproximadamente a 6,5 toneladas por hora con un beneficio térmico potencial de 14.784.000 kcal/h.

Pueden realizarse cálculos análogos respecto al sistema ilustrado en la figura 4 de los dibujos adjuntos.

Se observará en la descripción y los ejemplos ilustrativos que anteceden, que haciendo referencia a la utilización de material de desperdicio "distinto de un combustible" el invento se extiende a una materia de desecho cuya combustión imparte calor al proceso de fabricación de cemento. Sin embargo, el invento no se extiende a la incineración propiamente dicha de las sustancias previstas hasta la fecha en la fabricación de clinker de cemento principalmente bajo la forma de combustibles encendidos y quemados en una zona externa al horno giratorio y que producen una ceniza residual que se combina con el clinker.

En resumen, la presente patente de invención que se solicita deberá recaer en las siguientes:

REIVINDICACIONES

1. - Proceso de fabricación de cemento Portland que utiliza por lo menos un horno giratorio alimentado con materiales calcáreos y arcillosos por una extremidad y que se calienta con un combustible que se suministra por la otra extremidad conjuntamente con un gas que asegura inicialmente la combustión y que atraviesa el horno; incinerándose en este proceso un material de desecho distinto de un combustible en una zona externa al horno giratorio para producir un producto ga-

seoso incombustible y un producto de ceniza residual; incorporándose dicho producto gaseoso procedente de dicha zona en el gas efluente procedente del proceso mientras está en contacto con el material calcáreo utilizado en el proceso; añadiéndose por lo menos, una proporción de dicho producto constituido por ceniza a dichos materiales calcáreos y arcillosos y combinándose químicamente con éstos en la combustión de dichos materiales por medio de dicho combustible para formar clinker de cemento Portland en el horno giratorio; y sometándose el clinker resultante a una operación de trituración ulterior para obtener cemento Portland standard.

2. - Proceso según la reivindicación 1, caracterizado porque el gas efluente está constituido por el gas que atraviesa el horno.

3. - Proceso según la reivindicación 2, caracterizado porque dicha zona es una zona a través de la cual dichos materiales calcáreos y arcillosos pasan a una temperatura tal que la materia de desecho quema en ella.

4. - Proceso según la reivindicación 3, caracterizado porque la zona está constituida por una parte del precalentador de parrilla móvil de dichos materiales calcáreos y arcillosos.

5. - Proceso según la reivindicación 3, caracterizado porque esta zona está incluida en un precalentador de suspensión de gas para dichos materiales calcáreos y arcillosos.

6. - Proceso según la reivindicación 3, caracterizado porque esta zona está dentro de un conducto conectado directamente con dicha primera extremidad del horno giratorio.

7. - Proceso según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha zona es exterior al trayecto de los materia

les calcáreos y arcillosos a través del proceso y dicho producto gaseoso se utiliza para impartir calor a dichos materiales antes de su entrada en el horno giratorio.

5

8. - Proceso según la reivindicación 7, caracterizado porque el producto gaseoso se utiliza para calentar dichos materiales en un secador por pulverización.

9. - Proceso según la reivindicación 1, caracterizado porque la zona es una capa fluidizada.

10

10. - Proceso según la reivindicación 8, caracterizado porque la zona es una capa fluidizada.

11. - Proceso según la reivindicación 1, caracterizado porque la ceniza residual se incorpora en los materiales calcáreos y arcillosos antes de su entrada en el horno giratorio.

15

12. - Proceso según la reivindicación 1, caracterizado porque el material de desecho es basura desintegrada antes de su entrada en dicha zona.

20

13. - Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: PROCESO DE FABRICACION DE CEMENTO PORTLAND

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de cuarenta y cuatro páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

25

Madrid, 19 enero 1.977

BERNARDO UNGRIA

D.P.

30

