

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 925**

51 Int. Cl.:

**F27B 7/20** (2006.01)

**F27B 7/42** (2006.01)

**F27D 17/00** (2006.01)

**C04B 7/60** (2006.01)

**C04B 7/44** (2006.01)

**C04B 7/43** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08869834 .5**

96 Fecha de presentación: **18.11.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2240734**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.10.2010**

54 Título: **APARATO Y MÉTODO PARA EL ENFRIAMIENTO DE LOS GASES DE ESCAPE DEL HORNO EN UNA DERIVACIÓN DEL HORNO.**

30 Prioridad:  
**05.01.2008 DK 200800016**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**27.01.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**27.01.2012**

73 Titular/es:  
**FLSMIDTH A/S  
VIGERSLEV ALLÉ 77  
2500 VALBY, DK**

72 Inventor/es:  
**HUNDEBÖL, Sören**

74 Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro**

ES 2 372 925 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

Aparato y método para el enfriamiento de los gases de escape del horno en una derivación del horno.

5 La presente invención se refiere a un aparato para el enfriamiento de los gases de escape del horno en una derivación del horno, cuyo aparato comprende una cámara de mezclado para la extracción y enfriamiento de una parte de los gases de escape del horno de un sistema de horno, comprendiendo dicha cámara de mezclado una carcasa tubular que se proporciona en un extremo con una entrada para los gases de escape para los gases de escape del horno y en su otro extremo con una salida para los gases de escape enfriados, comprendiendo además  
10 dicha cámara de mezclado una entrada tangencial para los gases de enfriamiento, en el que el aparato cuenta también con un primer ventilador para el suministro de los gases de enfriamiento a la cámara de mezclado y un segundo ventilador para la extracción de los gases de escape del horno a través de la derivación del horno. La invención se refiere también a un método para enfriar los gases de escape en una derivación del horno.

15 Un aparato del tipo mencionado se conoce por ejemplo, a partir del documento EP 927 707 y se utiliza para reducir la cantidad de componentes volátiles, tales como el cloro, álcali y el azufre, que se han introducido a una planta de fabricación de cemento junto con las materias primas de cemento y el combustible, y que circulan en el sistema de horno de la planta y que pueden causar potencialmente la obstrucción y el funcionamiento inestable del horno. A modo de resumen, el aparato funciona de acuerdo con un método en el que una porción de los gases de escape del  
20 horno se extraen a través de una derivación y se enfrían permitiendo que los componentes volátiles en forma sólida se separen de los gases de escape y, posteriormente, se eliminan o se utilicen posiblemente en el cemento terminado o para otros fines.

El aparato de acuerdo con el documento EP 927 707 se ha diseñado como una construcción de doble tubo, que  
25 consiste en un tubo exterior y un tubo interior que forman entre ellos un canal anular, y que tiene una zona de mezcla, justo delante del tubo interior. Los gases de escape del horno se introducen en el aparato a través del tubo exterior que está conectado con el sistema de horno, y posteriormente se mezclan y enfrían en la zona de mezcla por medio de los gases de enfriamiento, que en forma de un flujo giratorio que sigue una trayectoria de flujo en forma de espiral se dirigen a la zona de mezcla a través del canal anular proporcionado entre el tubo exterior y el  
30 tubo interior. Los gases de escape mezclados y enfriados se descargan posteriormente a través del tubo interior para su posterior tratamiento en una etapa posterior del proceso.

Durante la operación de una derivación del horno del tipo mencionado anteriormente, el operador determinará la cantidad necesaria de gases de escape del horno que se tienen que extraer a través de la derivación del horno con  
35 el fin de mantener un nivel constante de los componentes volátiles que circulan en el sistema de horno. Normalmente, la cantidad de gases de escape del horno que se extrae a través de la derivación del horno constituirá entre el 2 y el 10 por ciento del volumen total de los gases de escape, en función de la cantidad y de la composición de los componentes volátiles. Durante la operación, la regulación de la derivación del horno se basa tradicionalmente en el mantenimiento de un valor predeterminado de la temperatura de los gases de escape mezclados que se descargan de la cámara de mezclado. La regulación en sí se lleva a cabo sobre la base de mediciones continuas de la temperatura de los gases de escape mezclados, y la regulación posterior de las cantidades de los gases de enfriamiento y de los gases de escape del horno, respectivamente, en función de la temperatura medida de acuerdo con un procedimiento preestablecido a través del ajuste de uno o de ambos ventiladores del aparato. La desventaja inherente de este modo de regulación es que, por ejemplo, las variaciones  
45 en la temperatura de los gases de escape del horno extraídos o las cantidades variables de polvo en los gases de escape del horno extraídos pueden causar grandes variaciones en la cantidad de gases de escape del horno que se extraen a través de la derivación del horno. Esto no es deseable, dado que la cantidad de aire de combustión/gases de escape del horno que se extrae a través del horno también presentará variaciones, dificultándole de este modo al operador mantener una temperatura específica en la zona de combustión y un exceso de aire específico en el horno.  
50 Esto no sólo puede afectar la calidad del producto sino que también pueden influir en la evaporación de los compuestos de azufre y álcali. Esto implica un riesgo cada vez mayor de que se produzcan revestimientos o atascos en el sistema de horno debido a la mayor concentración de compuestos volátiles o el riesgo de que se formen recubrimientos en la cámara de mezclado, debido a un enfriamiento insuficiente los gases de escape del horno. Además, existe el riesgo de que los gases de enfriamiento entren en el sistema de horno como aire falso, en los  
55 casos en los que el número de turbulencia de los gases de enfriamiento introducidos en la cámara de mezclado será tan alto que la cúpula del torbellino sobresalga en el sistema de horno.

Por lo tanto, es deseable tener la capacidad de regular una derivación del horno de modo que la cantidad de gases de escape del horno que se extrae a través de la derivación del horno sea prácticamente constante, mientras que al mismo tiempo el enfriamiento en la cámara de mezclado sea suficiente para evitar que se formen revestimientos y se llevará a cabo sin la entrada de los gases de enfriamiento en el sistema de horno en forma de aire falso.

El objeto de la presente invención es proporcionar un aparato, así como un método para enfriar los gases de escape del horno en una derivación del horno, por medio de los que se pueden lograr los objetivos deseables mencionados.

65 De acuerdo con la presente invención, esto se logra por medio de un aparato del tipo mencionado en la introducción,

y que se caracteriza por que el aparato comprende medios para medir el flujo másico  $m_A$  y la velocidad del flujo  $v_A$  de los gases de enfriamiento, que se introducen en el cámara de mezclado, y el flujo másico  $m_B$  y la velocidad del flujo  $v_B$  de los gases de escape enfriados que se descargan de la cámara de mezclado, una unidad de cálculo para determinar en base a los valores medidos de  $m_A$ ,  $v_A$ ,  $m_B$  y  $v_B$  el flujo másico real  $m_C$  y la velocidad de flujo  $v_C$  de los gases de escape del horno que se extraen a través de la derivación del horno y para comparar el flujo másico real  $m_C$  con un valor predeterminado para los gases de escape del horno dirigidos para ser extraídos a través de la derivación del horno, una unidad de cálculo para determinar en base a los valores de  $m_A$ ,  $v_A$ ,  $m_C$  y  $v_C$  el número de turbulencia real  $S$  de los gases en la cámara de mezclado y comparar esto con un valor deseado, predeterminado para el número de turbulencia de los gases en la cámara de mezclado, y medios para regular, respectivamente, el ventilador para la alimentación de los gases de enfriamiento a la cámara de mezclado, el ventilador para la extracción de los gases de escape del horno a través de la derivación del horno y la pérdida de presión en el aparato cuando  $\Delta m_C$  o  $\Delta S$  se desvía de 0.

El método de acuerdo con la invención para la refrigeración de los gases de escape del horno en una derivación del horno comprende las etapas de que se extraiga una parte de los gases de escape de un sistema de horno y se enfríe en una cámara de mezclado, que comprende una carcasa tubular en la que los gases de escape del horno se introducen en un extremo a través de una entrada para los gases de escape, los gases de escape enfriados se descargan en el otro extremo a través de una salida y los gases de enfriamiento se introducen en la cámara de mezclado a través de una entrada tangencial de gas de enfriamiento, y en el que los gases de enfriamiento se suministran a la cámara de mezclado por medio de un primer ventilador y los gases de escape del horno se extraen a través de la derivación del horno por medio de un segundo ventilador, y se caracteriza por que se miden, respectivamente, el flujo másico  $m_A$  y la velocidad de flujo  $v_A$  de los gases de enfriamiento que se introducen en la cámara de mezclado, y el flujo másico  $m_B$  y la velocidad de flujo  $v_B$  de los gases de escape enfriados que se descargan de la cámara de mezclado, y por que el flujo másico real  $v_C$  y la velocidad de flujo  $m_C$  de los gases de escape del horno que se extraen a través de la derivación del horno se determinan en base a los valores medidos de  $m_A$ ,  $v_A$ ,  $m_B$  y  $v_B$ , y se comparan con un valor predeterminado para los gases de escape del horno dirigidos para ser extraídos a través de la derivación del horno, y por que el número real de turbulencias  $S$  de los gases en la cámara de mezclado se determina en base a los valores de  $m_A$ ,  $v_A$ ,  $m_C$  y  $v_C$  y se compara con un valor deseado, predeterminado para el número de turbulencia de los gases en la cámara de mezclado, y por que se regula al menos uno de, respectivamente, el ventilador para la introducción de los gases de enfriamiento en la cámara de mezclado, el ventilador para la extracción de los gases de escape del horno a través de la derivación del horno y la pérdida de presión en el aparato cuando  $\Delta m_C$  o  $\Delta S$  se desvía de 0.

El número de turbulencia  $S$  se define como la cantidad adimensional expresada por:

$$S = (m_A v_A R_1) / (m_C v_C R_2),$$

en la que,  $R_1$  y  $R_2$  son los radios característicos de la cámara de mezclado. Numerosas pruebas han demostrado que la magnitud de la cantidad es descriptiva de la propagación del vórtice interior en la cámara de mezclado. Cuanto más alto sea el valor de  $S$ , mayor será la extensión del vórtice.

Para el aparato, así como para el método de acuerdo con la presente invención para enfriar los gases de escape del horno en una derivación del horno, se obtiene por la presente que, aunque se sometan a grandes variaciones durante las condiciones de operación, la cantidad de gases de escape del horno que se extraen a través de la derivación del horno se puede mantener prácticamente constante, mientras que al mismo tiempo se garantiza un enfriamiento suficiente de los gases de escape del horno en la cámara de mezclado, lo que impide que se formen capas en la propia cámara de mezclado, así como en su salida y que se evite la entrada de los gases de enfriamiento en el sistema de horno como aire falso. Esto se debe al hecho de que el flujo másico real de los gases de escape del horno que se extraen a través de la derivación del horno y el número real de turbulencia  $S$  de los gases en la cámara de mezclado sirven como parámetros de control. Por lo tanto, se evitará la formación de revestimientos en las paredes de la cámara de mezclado, porque el vórtice de los gases de enfriamiento actuará como una capa aislante entre éstos y los gases calientes de escape del horno.

El aparato de acuerdo con la invención para el enfriamiento de los gases de escape del horno en una derivación del horno comprende preferiblemente una pieza de transición cónica que se proporciona entre la carcasa tubular de la cámara de mezclado y el sistema de horno.

El aparato puede además comprender ventajosamente una pieza de transición tubular que se proporciona entre la pieza de transición cónica y el sistema de horno con el fin de generar una zona de mezcla cada vez mayor para los gases de escape del horno extraídos y los gases de enfriamiento, y un mayor intervalo para regular el número de turbulencia  $S$  de los gases en la cámara de mezclado. La pieza de transición tubular hace posible por tanto aumentar el número de turbulencia  $S$  sin que ello suponga el riesgo de que los gases de enfriamiento entren en el sistema de horno, lo que mejora la mezcla y el enfriamiento de los gases de escape del horno extraídos.

La salida de la cámara de mezclado de los gases de escape enfriados puede comprender ventajosamente un tubo que sobresale axialmente en y con un diámetro máximo que es menor que la carcasa tubular. Esto reducirá el riesgo

de los gases de enfriamiento que acaban de salir de la cámara de mezclado a través de la salida sin ser mezclados con los gases de escape del horno. El tubo que sobresale hacia el interior se puede ubicar excéntricamente con respecto a la carcasa tubular, pero preferentemente se debe ubicar de forma coaxial en relación con la carcasa tubular. El tubo que sobresale hacia el interior se puede además formar ventajosamente de forma cónica por su diámetro más pequeño en su extremo libre interior a fin de reducir la caída de presión en la salida.

Los medios para medir, respectivamente, el flujo másico  $m_A$  y la velocidad del flujo  $V_A$  de los gases de enfriamiento que se introducen en la cámara de mezclado y el flujo másico  $m_B$  y la velocidad de flujo  $v_B$  de los gases de escape enfriados que se descargan de la cámara de mezclado pueden, en principio, conformarse por cualquier medio conocido y apropiado, y no constituyen en sí una parte de la invención.

La unidad de cálculo per se para la determinación de  $\Delta m_C$  o  $\Delta S$  tampoco constituye una parte de la invención, y se puede conformar por cualquier unidad de cálculo apropiada.

Los medios para la regulación de los ventiladores para, respectivamente, el suministro de gases de enfriamiento a la cámara de mezclado y para la extracción de los gases de escape del horno a través de la derivación del horno se pueden constituir por medios generalmente conocidos, mientras que los medios para la regulación de la pérdida de presión en el aparato pueden comprender medios para variar el área de flujo en, respectivamente, la entrada de los gases de enfriamiento y en la salida. Los medios para variar el área de flujo en la entrada del gas de enfriamiento pueden comprender, por ejemplo una aleta que está configurada para girar alrededor de un eje y que es capaz de regularse durante el funcionamiento a través de los medios adecuados. Los medios para variar el área de flujo de la salida pueden comprender, por ejemplo una garganta o un amortiguador que se encuentra en la salida a las afueras de la cámara de mezclado. Como alternativa, un tubo cónico que sobresale axialmente en la carcasa tubular se puede configurar de un modo que permita la variación de su conicidad.

A continuación, la invención se explicará en más detalles con referencia al dibujo, que es esquemático, y en el que

La Figura 1 muestra una vista en sección de un sistema de horno que comprende un aparato para enfriar los gases de escape del horno en una derivación del horno de acuerdo con la invención, y

La Figuras 2 y 3 muestran los detalles del aparato que se muestra en la Figura 1.

En la Figura 1 se muestra una vista en sección de un sistema de horno para fabricar clínker, comprendiendo dicho sistema de horno un horno giratorio 1 en el que las materias primas de cemento en contra flujo de los gases de escape del horno calientes se queman para fabricar un clínker, y un conducto vertical 3 para desviar los gases de escape del horno del horno giratorio. El sistema de horno que se muestra en la Figura 1 incorpora un aparato 5 para enfriar los gases de escape del horno en una derivación del horno 7. El aparato 5 comprende una cámara de mezclado 9, que se configura como una carcasa tubular con una entrada de los gases de escape 11, una salida 13 para los gases de escape enfriados y una entrada tangencial 15 para los gases de enfriamiento. El aparato 5 se utiliza para extraer y enfriar algunos de los gases de escape del horno del sistema de horno 1, 3. El aparato 5 comprende, además, un primer ventilador 17 para la alimentación de los gases de enfriamiento a la cámara de mezclado 9 y un segundo ventilador 19 para la extracción de los gases de escape del horno a través de la derivación del horno 7. La derivación del horno mostrada comprende también un ciclón 21 para la separación de las partículas sólidas gruesas de la corriente de gases de escape enfriados que se descarga de la cámara de mezclado 9, con un posible retorno de dichas partículas sólidas al horno 1, un aparato de enfriamiento 23 adicional para los gases de escape mezclados, así como un filtro 25 para separar el polvo que tiene un alto contenido de cloruro, alquilo y/o azufre.

De acuerdo con la presente invención, el aparato 5 comprende medios 31 para medir, respectivamente, el flujo másico  $m_A$  y la velocidad de flujo  $v_A$  de los gases de enfriamiento que se introducen en la cámara de mezclado 9, y medios 33 para medir, respectivamente, el flujo másico  $m_B$  y la velocidad de flujo  $v_B$  de los gases de escape enfriados que se han descargado de la cámara de mezclado 9. Las señales de los medios 31 y 33 se transmiten a una unidad de cálculo 35 para determinar en base a los valores medidos de  $m_A$ ,  $v_A$ ,  $v_B$  y  $m_B$  el flujo másico real  $m_C$  y la velocidad de flujo  $v_C$  de los gases de escape del horno que se extraen a través de la derivación del horno y de relacionar el flujo másico real  $m_C$  con un valor predeterminado para los gases de escape del horno dirigidos para ser extraídos a través de la derivación del horno, y para determinar en base a los valores de  $m_A$ ,  $v_A$ ,  $v_C$  y  $m_C$  el número real de turbulencia  $S$  de los gases en la cámara de mezclado y relacionarlo con un valor deseado, predeterminado para el número de turbulencia de los gases en la cámara de mezclado. La unidad de cálculo 35 transmite después las señales a los medios 37 para regular el ventilador 17 para el suministro de los gases de enfriamiento a la cámara de mezclado 9, a los medios 39 para la regulación del ventilador 19 para extraer los gases de escape del horno a través de la derivación del horno 7 y a los medios 41 para regular la pérdida de presión en el aparato cuando  $\Delta m_C$  o  $\Delta S$  se desvía de 0.

Los medios 31, 33 para medir, respectivamente, el flujo másico  $m_A$  y la velocidad de flujo  $v_A$  de los gases de enfriamiento que se introducen en la cámara de mezclado 9, y el flujo másico  $m_B$  y la velocidad de flujo  $v_B$  de los gases de escape enfriados que se han descargado de la cámara de mezclado 9 pueden, por ejemplo, constituirse

5 por una trompeta de aspiración, una abertura, un tubo Venturi o Pitot en el que se mide una diferencia de presión, que, en base al conocimiento de la temperatura de los gases, las condiciones geométricas, las lecturas del barómetro, etc., se pueden utilizar para el cálculo de estos valores. Para la medición de  $m_B$  y  $V_B$ , también será posible utilizar el diferencial de presión que se mide a través del ciclón 21. Esta solución es particularmente ventajosa, ya que no requiere la instalación de equipos adicionales. La trompeta de aspiración y el ciclón con los medidores de temperatura asociados se muestran en la Figura 1 como un medio para medir  $m_A$  y  $m_B$ , respectivamente. Otros medios son los sensores que realizan mediciones directas de la velocidad, por ejemplo, mediante la transmisión de sonidos a través de la corriente de flujo o mediante la percepción de cambios en las características eléctricas o magnéticas de una corriente de flujo cargada con polvo o mediante la medición de la velocidad de una rueda de la turbina. Finalmente, a menudo será posible derivar de los motores de los ventiladores 17, 19 señales eléctricas que indican el consumo de corriente o de potencia que se puede utilizar para estimar el flujo másico que se transporta por los ventiladores. Si el principio de funcionamiento del aparato de enfriamiento 23 implica la inyección de agua, las mediciones de la temperatura de entrada y de salida del aparato y del consumo de agua se pueden utilizar para calcular el flujo másico  $m_B$ .

15 La unidad de cálculo 35 para la determinación de  $\Delta m_C$  o  $\Delta S$  y para transmitir las señales a los medios, respectivamente 37, 39 y 41 puede consistir en un ordenador equipado con el soporte lógico adecuado.

20 Los medios 37 y 39 para la regulación de los ventiladores 17, 19, respectivamente, para el suministro de gases de enfriamiento a la cámara de mezclado 9 y para la extracción de los gases de escape del horno a través de la derivación del horno 7 pueden consistir en convertidores de frecuencia para los motores de los ventilador o amortiguadores en el punto de aspiración o en el extremo de escape de éstos.

25 Los medios 41 para regular la pérdida de presión en el aparato 5 comprenden medios para variar, respectivamente, el área de flujo de la entrada de gas de refrigeración 15 y la de la salida 13. Los medios 41 para variar el área de flujo de la entrada del gas de refrigeración puede, por ejemplo, como se muestra en las Figuras 2a-2e, comprenden una aleta 43 que se configura para girar sobre un eje 45, y que es capaz de regularse durante el funcionamiento, por ejemplo, con la ayuda de un motor que recibe las señales de la unidad de cálculo 35. Como se indica en la Figura 2e, la entrada tangencial del gas de enfriamiento se puede dividir en varios canales y la regulación se puede lograr mediante el uso de una aleta en uno de estos canales. Los medios 41 para variar el área de flujo de la salida pueden comprender, por ejemplo una garganta o un amortiguador 47 que se encuentra en la salida inmediatamente fuera de la cámara de mezclado 9. Una realización particular de un amortiguador se indica en la Figura 3 en forma de una placa perforada desplazable con una serie de agujeros de diferentes tamaños, por lo que es posible aplicar una serie de valores por defecto para el área de flujo. Una opción alternativa sería el uso de un tubo cónico que sobresale axialmente en la carcasa tubular, configurándose dicho tubo de manera que permite la variación de su conicidad.

35 El aparato 5, mostrado en la Figura 1, comprende tanto una pieza de transición cónica 8 como una pieza de transición tubular 10 que se encuentra una en la extensión de la otra entre la carcasa tubular de la cámara de mezclado 9, y el sistema de horno 1, 3. Por tanto, se proporciona una extensa zona de mezcla para los gases de escape del horno extraídos y los gases de enfriamiento, y un mayor intervalo para regular el número de turbulencia  $S$  de los gases en la cámara de mezclado 9. La pieza de transición tubular 10 por tanto hace que sea posible aumentar el número de turbulencia  $S$  sin que ello suponga el riesgo de que los gases de enfriamiento entren en el sistema de horno, lo que mejora la mezcla y el enfriamiento de los gases de escape del horno extraídos.

45 En la realización mostrada en la Figura 1, la salida 13 de la cámara de mezclado 9 para los gases de escape enfriados cuenta con un tubo colocado centralmente 12 que sobresale axialmente en su interior y que tiene un diámetro máximo menor que la carcasa tubular. Esto reducirá el riesgo de que los gases de enfriamiento acaben saliendo de la cámara de mezclado a través de la salida sin ser mezclados con los gases de escape del horno. El tubo 12 se forma cónicamente con el diámetro más pequeño en su extremo libre interior a fin de reducir la caída de presión en la salida 13.

50 Durante el funcionamiento del aparato, la regulación se puede realizar de forma automática y continua, utilizando el soporte lógico que controla los medios de regulación 37, 39 y 41 de acuerdo con programa predeterminado. Como alternativa, la regulación se puede realizar de forma semiautomática en base al control del operario de los medios de regulación 37, 39 y 41 en base a los datos de funcionamiento específicos para, respectivamente,  $\Delta m_C$  o  $\Delta S$ .

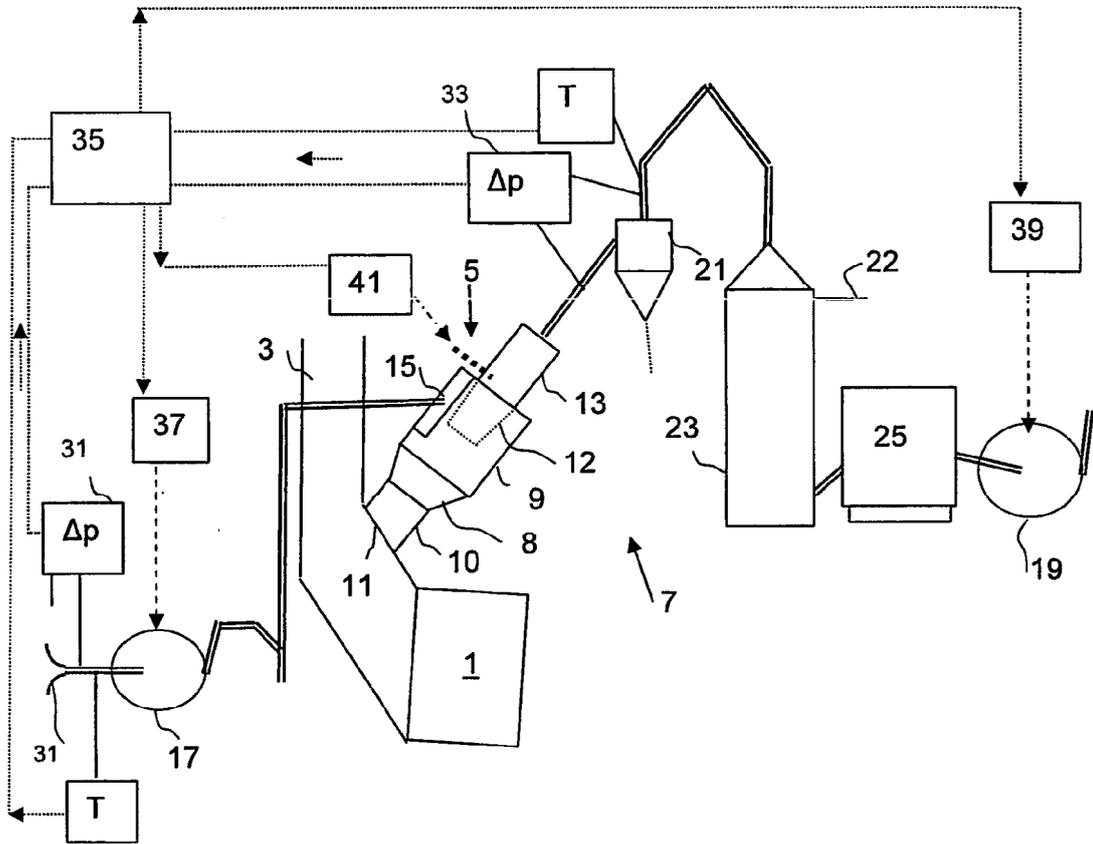
REIVINDICACIONES

1. Un aparato (5) para el enfriamiento de los gases de escape del horno en una derivación del horno (7), aparato que comprende una cámara de mezclado (9) para la extracción y enfriamiento de una parte de los gases de escape del horno de un sistema de horno (1, 3), comprendiendo dicha cámara de mezclado (9) una carcasa tubular que se proporciona en un extremo con una entrada de gases de escape (11) para los gases de escape del horno y que se proporciona en su otro extremo con una salida (13) para los gases de escape enfriados, comprendiendo además dicha cámara de mezclado (9) una entrada tangencial (15) para los gases de enfriamiento, en el que el aparato está provisto también de un primer ventilador (17) para el suministro de los gases de enfriamiento a la cámara de mezclado (9) y un segundo ventilador (19) para la extracción de los gases de escape del horno a través de la derivación del horno (7), **caracterizado por que** el aparato (5) comprende medios (31, 33) para medir, respectivamente, el flujo másico  $m_A$  y la velocidad de flujo  $v_A$  de los gases de enfriamiento que se introducen en la cámara de mezclado (9), y el flujo másico  $m_B$  y la velocidad de flujo  $v_B$  de los gases de escape enfriados que se han descargado de la cámara de mezclado (9), una unidad de cálculo (35) para determinar en base a los valores medidos de  $m_A$ ,  $v_A$ ,  $v_B$  y  $m_B$  el flujo másico real  $m_C$  y la velocidad de flujo  $v_C$  de los gases de escape del horno que se extraen a través de la derivación del horno (7) y para comparar el flujo másico real  $m_C$  con un valor predeterminado para los gases de escape del horno dirigidos para ser extraídos a través de la derivación del horno (7), una unidad de cálculo (35) para determinar en base a los valores de  $m_A$ ,  $v_A$ ,  $v_C$  y  $m_C$  el número real de turbulencia  $S$  de los gases en la cámara de mezclado (9) y compararlo con un valor deseado, predeterminado para el número de turbulencia de los gases en la cámara de mezclado (9), y medios (37, 39, 41) para regular, respectivamente, el ventilador (17) para el suministro de los gases de enfriamiento a la cámara de mezclado (9), el ventilador (19) para la extracción los gases de escape del horno a través de la derivación del horno (7) y la pérdida de presión en el aparato (5) cuando  $\Delta m_C$  o  $\Delta S$  se desvía de 0.
2. Un aparato (5) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** los medios (41) para regular la pérdida de presión en el aparato (5) comprenden medios (43, 47) para variar el área de flujo, respectivamente, en la entrada (15) de los gases de enfriamiento y en la salida (13).
3. Un aparato (5), de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** los medios (41) para variar el área de flujo de la entrada de los gases de enfriamiento (15) comprenden una aleta (43) que está configurada para girar alrededor de un eje (45) y que es capaz de regularse durante el funcionamiento.
4. Un aparato (5), de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** los medios (41) para variar el área de flujo de la salida comprenden una garganta o un amortiguador (47) que se encuentra en la salida (13).
5. Un aparato (5), de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** comprende una pieza de transición cónica (8) que se proporciona entre la carcasa tubular de la cámara de mezclado (9) y del sistema de horno (1, 3).
6. Un aparato (5), de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** comprende una pieza de transición tubular (10) que se proporciona entre la pieza de transición cónica (8) y el sistema de horno (1, 3).
7. Un aparato (5), de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la salida (13) de la cámara de mezclado (9) para los gases de escape enfriados comprende un tubo (12) que sobresale axialmente de su interior y que tiene un diámetro máximo que es menor que la carcasa tubular.
8. Un aparato (5) de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** el tubo (12) se ubica coaxialmente en relación con la carcasa tubular.
9. Un aparato (5), de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, **caracterizado por que** el tubo (12) tiene forma cónica con su diámetro más pequeño en su extremo libre interior.
10. Un método para enfriar los gases de escape del horno en una derivación del horno (7) que comprende las etapas de extraer una parte de los gases de escape de un sistema de horno (1, 3) y enfriarlos en una cámara de mezclado (9) que comprende una carcasa tubular, en la que los gases de escape del horno se introducen en un extremo a través de una entrada para los gases de escape (11), los gases de escape enfriados se descargan en el otro extremo a través de una salida (13) y los gases de enfriamiento se introducen en la cámara de mezclado a través de una entrada tangencial para los gases de enfriamiento (15), y en el que los gases de enfriamiento se suministran a la cámara de mezclado por medio de un primer ventilador (17) y los gases de escape del horno se extraen a través de la derivación del horno por medio de un segundo ventilador (19), **caracterizado por que**, se miden, respectivamente, el flujo másico  $m_A$  y la velocidad de flujo  $v_A$  de los gases de enfriamiento que se introducen en la cámara de mezclado (9), y el de flujo másico  $m_B$  y la velocidad de flujo  $v_B$  de los gases de escape enfriados que se han descargado de la cámara de mezclado (9), y **por que** el flujo másico real  $m_C$  y la velocidad de flujo  $v_C$  de los gases de escape del horno que se extraen a través de la derivación del horno (7) se determinan en base a los valores medidos de  $m_A$ ,  $v_A$ ,  $m_B$  y  $v_B$  y se comparan con un valor predeterminado para los gases de escape del horno dirigidos para ser extraídos a través de la derivación del horno, y **por que** el número de turbulencia real  $S$  de los gases en la cámara de mezclado (9) se determina en base a los valores de  $m_A$ ,  $v_A$ ,  $m_C$  y  $v_C$  y se compara con un

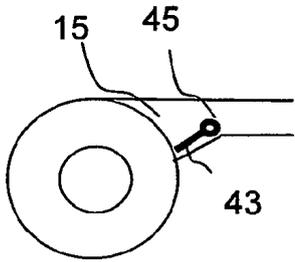
valor deseado, predeterminado para el número de turbulencia de los gases en la cámara de mezclado, y **por que** al menos uno de, respectivamente, el ventilador (17) para la introducción de los gases de enfriamiento en la cámara de mezclado, el ventilador (19) para la extracción de los gases de escape del horno a través de la derivación del horno y la pérdida de presión en el aparato se regulan cuando  $\Delta m_c$  o  $\Delta S$  se desvía de 0.

5

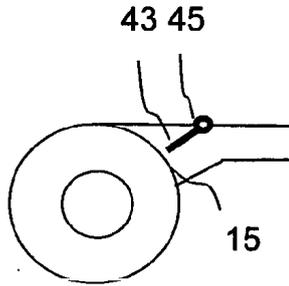
Fig. 1



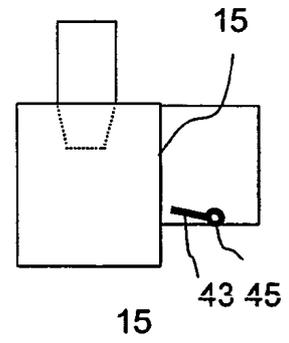
**Fig. 2a**



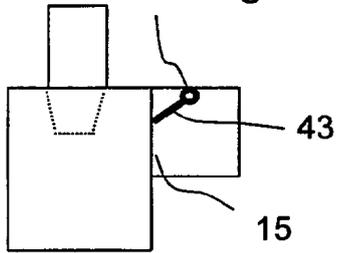
**Fig. 2b**



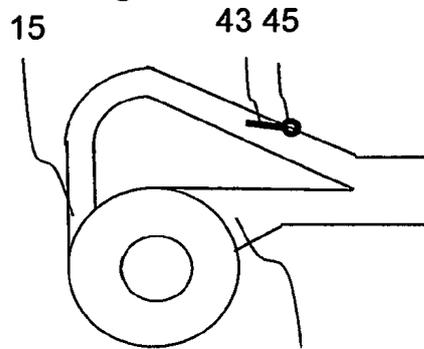
**Fig. 2c**



**Fig. 2d**



**Fig. 2e**



**Fig. 3**

