

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 555 053**

51 Int. Cl.:

G01N 5/04 (2006.01)

G01N 25/22 (2006.01)

G01N 33/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.05.2009 E 09784122 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.08.2015 EP 2434271**

54 Título: **Aparato para medida automática en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición térmica de partículas sólidas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.12.2015

73 Titular/es:

**INERCO, INGENIERÍA, TECNOLOGÍA Y
CONSULTORÍA, S.A. (100.0%)
C/ Tomás Alba Edison, 2
41092 Sevilla, ES**

72 Inventor/es:

**DELGADO LOZANO, MIGUEL A.;
TOVA HOLGADO, ENRIQUE;
REYES VALLE, MARIANO;
RODRÍGUEZ BAREA, FRANCISCO;
CAÑADAS SERRANO, LUIS y
CORTÉS GALEANO, VICENTE**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 555 053 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 para medida automática en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición térmica de partículas sólidas

5

OBJETO DE LA INVENCION

La invención se refiere, tal y como expresa el enunciado de la presente memoria descriptiva, a un aparato para la medida en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición térmica (pirólisis) de partículas sólidas extraídas de forma automática de un conducto por el que son transportadas en el seno de una corriente gaseosa.

10

CAMPO DE APLICACION

La presente invención es de aplicación en cualquier industria en la que se precise la determinación de la pérdida de masa por calcinación y/o descomposición térmica (pirólisis) de una muestra de partículas sólidas con vistas a la monitorización y optimización de un proceso, o bien para el control de la calidad de un determinado producto pulverulento.

15

La pérdida de masa por calcinación, término traducido en inglés como Loss On Ignition (LOI), representa la disminución porcentual de la masa de una muestra de partículas sólidas cuando es calcinada a través de un incremento controlado de temperatura en un ambiente oxidante. Este parámetro es normalmente relacionado con el contenido en carbono fijo de la muestra de partículas.

20

Cuando el incremento de temperaturas controlado se desarrolla en ausencia de oxígeno se producen fenómenos de descomposición térmica o pirólisis, relacionándose la pérdida de masa en estas condiciones con el contenido en volátiles de la muestra de partículas sólidas.

25

Dentro del campo de aplicación de la invención cabe destacar a las calderas u hornos de combustibles sólidos (carbón, biomasa) pulverizados o en lecho fluidizado, en las que se determina el contenido en inquemados de las cenizas (residuo sólido de la combustión del combustible) mediante la determinación del LOI.

30

Igualmente, y dentro de este mismo ámbito, la presente invención permite determinar de forma automática, y mediante el mismo parámetro de pérdida de masa por calcinación, el contenido en cenizas del combustible alimentado a la caldera, así como los contenidos en volátiles en determinadas condiciones de incremento de temperatura y ausencia de oxígeno.

35

Dichos parámetros son medidos periódicamente en el laboratorio para el control de la calidad del combustible sólido.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

40

Uno de los parámetros de mayor importancia a la hora de definir el rendimiento de una caldera u horno de combustible sólido (carbón, biomasa) es el contenido en inquemados de la ceniza generada como residuo de la combustión. El control de dicho parámetro es vital para establecer estrategias de operación que permitan optimizar el consumo de combustible y, en consecuencia, las emisiones de CO₂.

45

Los beneficios de la medida de este parámetro se concretan, adicionalmente, en posibilitar un adecuado seguimiento de las características de la ceniza de cara a su venta como aditivo para la industria cementera, así como al objeto de definir límites de aplicación de estrategias operativas para el control de NO_x.

La determinación de este importante parámetro se ha realizado tradicionalmente mediante la extracción manual de muestras diarias de cenizas, normalmente procedentes de los conductos de transporte neumático desde los tolvinos del electrofiltro hasta el silo, y su posterior análisis en laboratorio. Dicho análisis se realiza generalmente siguiendo los procedimientos definidos en diversas Normas como la ISO 1171 "Solid mineral fuel-Determination of ash", o su correspondencia en los distintos países, como la Norma UNE 32-004-84 "Combustibles minerales sólidos-Determinación de cenizas" en España, o la ASTM C311 - 07 "Standard Test Methods for Sampling and Testing Fly Ash or Natural Pozzolans for Use in Portland-Cement Concrete". El procedimiento definido en estas normas, muy similar en todos los casos, consiste en la pesada en balanza analítica del crisol en frío, pesada del crisol cargado de la muestra de cenizas, calentamiento a una determinada temperatura (815 °C en la Norma ISO y 750 °C en la ASTM u otra suficiente para provocar la descomposición térmica en condiciones oxidantes de la muestra sólida) hasta

50

55

masa constante, enfriamiento en un desecador y pesada del conjunto del crisol y la muestra calcinada.

Adicionalmente, esta tipología de determinaciones por incremento controlado de temperatura se aplica a la determinación del contenido en cenizas de combustibles sólidos, siguiendo metodologías y normativas de descomposición térmica en condiciones oxidantes similares a las referidas para la determinación de inquemados en cenizas, aunque caracterizando, en este caso de medida de cenizas, la masa del residuo producido, en lugar de la pérdida de peso.

En este mismo contexto, son de aplicación habitual determinaciones de pérdidas de peso por incremento controlado de temperatura, si bien en condiciones no oxidantes, para la determinación del contenido en volátiles de combustibles sólidos. Ejemplos de estas determinaciones son las referidas en las normativas ISO 562, la UNE 32-019-84 o la ASTM D 3175. El procedimiento establecido en dichas normas es muy similar al definido para la determinación del LOI, con la variante de la colocación de una tapa sobre el crisol durante el proceso de calentamiento, además de una programación del calentamiento (temperatura y tiempo) específico para cada combustible.

En la actualidad existen equipos automáticos de laboratorio que simplifican el proceso de análisis, minimizando la manipulación del operador fundamentalmente en lo referente a los procesos de pesada y calentamiento. La alta implantación de estos equipos ha implicado el desarrollo de normativa específica referente a su diseño y utilización, como es el caso de la Norma ASTM D5142 "Standard test method for proximate analysis of coal and coke by instrumental procedures" para la realización del análisis inmediato de carbones mediante sistemas automáticos de laboratorio. Ejemplo de estos equipos son los sistemas comerciales Hot Foil Loi Instrument de FERco o el MAC 400 de LECO.

Igualmente, la patente US 4,846,292 describe un equipo automático para la medida de inquemados de un número de muestras cargadas manualmente sobre una serie de recipientes que, de forma secuencial, son analizadas.

Asimismo, existen equipos de laboratorio que determinan el contenido en carbono en las cenizas por medio de la calcinación de una masa de muestra conocida y posterior medida del CO₂ generado. Esta medida es muy similar cuantitativamente al valor del LOI, al ser la mayor parte de la materia inquemada en la ceniza carbono. Estos equipos suelen proporcionar un análisis elemental de la muestra, fundamentalmente carbono, hidrógeno y nitrógeno, en base a la Norma ASTM D5373 "Standard Test Methods for Instrumental Determination of Carbon, Hydrogen, and Nitrogen in Laboratory Samples of Coal"

En todos los casos descritos anteriormente se hace necesaria la participación de un operador en la fase de extracción de la muestra y en la alimentación posterior de ésta al analizador automático de laboratorio, así como su subsiguiente eliminación tras la medida.

Esta forma de operar limita la monitorización de estos importantes parámetros a, en la mayor parte de los casos, un único valor diario que se obtiene al día siguiente de la extracción de la muestra, imposibilitándose cualquier ajuste efectivo sobre las condiciones de combustión (en función de la variación en inquemados en cenizas o en las propiedades del combustible).

Para el caso particular de la medida de inquemados en cenizas, en los últimos años se han desarrollado diversos equipos en línea para la medida de este parámetro que presentan tiempos de respuesta adecuados para la implementación de actuaciones efectivas de control del proceso. Generalmente están constituidos por un sistema de toma de muestras automático conectado al conducto de transporte y un sistema de análisis de las cenizas extraídas. En todos los casos, estos equipos están basados en métodos indirectos de medida (sensores capacitivos, de infrarrojos y microondas) que presentan una significativa sensibilidad a variaciones en las características de la ceniza, lo que arroja incertidumbres significativas sobre los valores por ellos proporcionados en escenarios, cada vez más frecuentes, de cambio de combustible.

Por último también se conoce el documento NL8601697 que describe un aparato para la medida automática en línea de la pérdida de masa por calcinación y la descomposición térmica de partículas sólidas extraídas de un conducto en el que están siendo transportadas en una corriente de gas, que comprende un horno provisto de una tapa superior y una tapa inferior y con orificios para la circulación de aire externo, un crisol para la recogida y el calentamiento de las partículas de la cámara de recolección, una balanza analítica para pesar el crisol, un conducto de descarga vertical que conecta la cámara de recogida al crisol, una barra rígida unida al crisol que penetra en la tapa inferior del horno y está asociada a la balanza analítica, de manera que dicha balanza analítica soporta al

menos el crisol y la barra manteniendo la posición vertical del crisol.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

- 5 La presente invención se refiere a un aparato para la medida en línea de la pérdida de masa por calcinación de partículas sólidas, siendo de aplicación directa en la determinación del inquemado en las cenizas y en la determinación del contenido en cenizas y materia volátil del combustible en calderas y hornos de combustibles sólidos, como las calderas existentes en las centrales térmicas de carbón.
- 10 Los principios básicos de medida del aparato son el de la Norma ISO 1171 para la determinación de las cenizas (o inquemados) y el de la Norma UNE 32-019-84 para la determinación de los volátiles, ambas referidas a una determinación manual de los parámetros, si bien adaptados los procesos en ellas definidos a las condiciones de funcionamiento de un equipo automático instalado en las proximidades del conducto. Por ello combina la exactitud de los equipos basados en una Norma de referencia (por tanto insensible a variaciones en la naturaleza y propiedades físico-químicas de la ceniza) con la rapidez de respuesta de los sistemas en línea conectados al proceso.

El aparato en cuestión permite la obtención de una medida de forma totalmente automatizada, sin requerir la participación de operarios, comprendiendo los medios necesarios para la extracción de una muestra de cenizas de un conducto en el que son transportadas en el seno de una corriente gaseosa, la pesada de la alícuota a analizar, su calentamiento a temperatura controlada de acuerdo a un programa específico (por ejemplo a los 815 °C detallados en normativa ISO 1171 para la medida del contenido en cenizas o el inquemado, o a cualquier otra temperatura o perfiles térmicos a los que se desee caracterizar la descomposición térmica o calcinación de la alícuota) en presencia o ausencia de oxígeno de acuerdo al parámetro a medir, su pesada tras el proceso de calentamiento, el cálculo de la pérdida de masa, la eliminación de la muestra analizada al conducto de procedencia y la limpieza y adecuación del sistema para un nuevo ciclo.

La característica fundamental del aparato es su capacidad para, de forma totalmente automática, alimentar la muestra de partículas sobre un recipiente o crisol cilíndrico, que se encuentra permanentemente en el interior de un horno preferentemente eléctrico, con control de la temperatura, así como eliminar la muestra calcinada para permitir el comienzo de un nuevo ciclo de medida. Para ello, el aparato dispone de un conducto que, atravesando el horno por su parte superior, termina preferiblemente en forma de campana a la altura de la parte superior del crisol. La muestra accede al horno por gravedad a través del conducto anterior y es depositada sobre el crisol donde es sometida a calentamiento. Dicho crisol es soportado por una varilla que, sin hacer contacto con las paredes del horno, lo atraviesa por su parte inferior descansando sobre una balanza analítica. De esta forma se mide continuamente la evolución de la masa de la muestra analizada desde su entrada al horno hasta el fin de la calcinación detectada por pesada constante. Tras el análisis, al conjunto constituido por la balanza, la varilla soporte y el crisol se le dota de un movimiento lineal, en la dirección del eje del horno, de manera que permite acercar la base circular del crisol a la sección de descarga de la campana del conducto de entrada de la muestra.

Simultáneamente al movimiento de aproximación del crisol a la campana, el aparato produce una succión a través del conducto de entrada para la total eliminación de la muestra calcinada. El aire necesario para la calcinación en presencia de oxígeno entra en el horno por el espacio libre entre la tapa inferior de éste y la varilla de soporte del crisol, circula en el interior por tiro natural y sale por un orificio practicado en la tapa superior del horno. Para el calentamiento en ausencia de oxígeno, y por tanto para la medida de los volátiles, el equipo dispone la posibilidad de colocar una tapa sobre el crisol para evitar la entrada de aire. Dicha tapa tiene preferentemente forma de corona circular y se monta de tal forma que es atravesada a través de su circunferencia interior por el conducto por el que acceden las partículas al interior del horno. La tapa puede moverse libremente en vertical de tal manera que, por su propio peso, descansa en la zona con forma de campana del conducto de entrada de las partículas. La capacidad de movimiento del crisol en dirección vertical permite posicionarlo de tal forma que se haga coincidir su superficie de entrada con la tapa, evitándose con ello la entrada de aire. Durante el proceso de eliminación de la muestra tras el análisis la elevación del crisol desplaza la tapa hacia arriba respecto a su posición de apoyo en el conducto, permitiendo la entrada del aire de limpieza generado por la succión.

La configuración anteriormente descrita confiere a la presente invención una cualidad fundamental respecto a la exactitud de la medida. El hecho de que el crisol se encuentre en todo momento en el interior del horno a una temperatura constante y se disponga de una medida en continuo de la masa de la muestra desde su ingreso al crisol, evita el proceso de enfriamiento previo a la pesada tras el calentamiento. Este aspecto es sumamente importante ya que las variaciones de humedad que experimenta el crisol en los cambios de temperatura pueden ser del mismo orden o superior a la variación de masa de la muestra analizada. Por ello en los procedimientos

normalizados de laboratorio se establece que los crisoles se mantengan en desecadores durante un tiempo antes y después de la calcinación, para que las pesadas se realicen en las mismas condiciones de equilibrio respecto a la humedad del crisol (la temperatura del laboratorio suele mantenerse constante). Este aspecto es más difícil de controlar en los equipos automáticos, en los que los ciclos de enfriamiento pueden introducir incertidumbre asociada a las distintas condiciones de temperatura y humedad ambiente durante las pesadas.

De otro lado, la pesada en continuo de la muestra durante su proceso de calentamiento permite identificar el instante de peso constante (finalización del análisis), lo que evita la realización de sucesivas pesadas de confirmación, optimizándose de esta forma el tiempo de respuesta del aparato.

10

DESCRIPCIÓN DE DIBUJOS

Para complementar la descripción, y con objeto de facilitar la comprensión de las características de la invención, se adjunta una serie de figuras con carácter ilustrativo y no limitativo:

15

La figura 1 muestra un esquema de conjunto del aparato conectado a una tubería donde las partículas son transportadas en el seno de una corriente gaseosa. En dicha figura se muestra la posición del crisol en el interior del horno durante la fase de carga de la muestra a analizar, la cual coincide con la posición durante la fase de calentamiento en ausencia de oxígeno en el caso de empleo del equipo para la medida del contenido en volátiles.

20

La figura 2 detalla la posición del crisol en el horno durante las fases de pesada y calentamiento en atmósfera oxidante para la medida del contenido en inquemados o el contenido en cenizas.

La figura 3 muestra la posición del crisol en el horno durante la fase de eliminación de la muestra analizada.

25

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

En la figura 1 se muestra un esquema de una posible realización de la invención objeto de patente. La configuración del equipo detallado permite la determinación de la pérdida de masa tanto en condiciones oxidantes como no oxidantes.

30

En el caso representado, el aparato para la medida en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición térmica está conectado a un conducto de transporte neumático de partículas (1) a través de una tubería de transporte (2), estando dicha conexión habilitada por medio de una válvula automática de corte (3). El aparato aspira por medio de un eyector (4), alimentado por aire comprimido a través de la válvula automática de corte (5), una corriente bifásica compuesta por una mezcla de partículas a analizar y aire de transporte. Las partículas extraídas son separadas por medio de un ciclón (6) y recogidas en la cámara (7), la cual está aislada por su parte inferior por una válvula automática de corte (8).

35

Tanto el ciclón (6) como la cámara (7) y la válvula (8) se disponen de forma alineada y en vertical sobre un horno eléctrico (9) cuya temperatura es controlada de acuerdo al análisis a realizar. El horno (9) dispone en su interior de un crisol cilíndrico (10) de volumen suficiente para la recogida de las partículas a analizar. Dicho crisol (10) es soportado por medio de una varilla (11) que atraviesa el horno por su tapa inferior (12) a través de un orificio (13) de diámetro mayor que el de la propia varilla (11). Además de soporte, la función principal de la varilla (11) es la de transmitir la masa de la muestra a analizar a una balanza (14) de alta precisión colocada bajo el horno (9). Para evitar la transmisión de calor a la balanza (14), la varilla (11) se conecta a un refrigerador (15) compuesto por dos placas planas paralelas conectadas por dos separadores. El refrigerador (15) está unido de forma solidaria a la balanza (14) de tal forma que se garantice la verticalidad del conjunto formado por el crisol (10), la varilla (11) y el propio refrigerador (15) y no se produzca contacto alguno entre la carga de la balanza (14) y los elementos que componen el horno (9).

40

45

50

La descarga de la muestra de partículas desde la cámara (7) al crisol (10) se produce por gravedad a través de un conducto vertical (16) que, conectado en uno de sus extremos a la válvula de aislamiento (8), atraviesa el horno por su tapa superior (17) de material aislante, terminando en forma de campana. La caída de las partículas se favorece mediante un vibrador neumático (18) que actúa sobre la cámara (7) y que se acciona durante la apertura de la válvula de aislamiento (8). El conducto vertical (16) se dispone igualmente de forma vertical y alineada con el eje de la varilla (11), siendo el diámetro máximo de la campana entre 2 y 4 milímetros menor que el diámetro interior del crisol (10).

55

La distancia del crisol (10) a la sección de descarga del conducto vertical (16) es variable en función del instante del proceso de medida. Para ello, la balanza (14) y toda su carga, incluyendo el refrigerador (15), la varilla (11) y el crisol (10), son accionadas verticalmente por medio de un mecanismo de desplazamiento vertical (19, 20, 21) que comprende al menos un actuador lineal (19) unido a una plataforma (20) que sirve de soporte a todo el conjunto anterior. La verticalidad del movimiento, a efectos de evitar el contacto lateral de la carga de la balanza (14) con las paredes del horno (9), se asegura mediante unas guías (21) de este mecanismo (19, 20, 21) que atraviesan la plataforma (20).

5 Durante la fase de carga de la muestra al crisol (10), éste es elevado de tal forma que se introduzca en su interior, hasta la mitad de su altura, la sección de descarga del conducto vertical (16), tal y como se refleja en la figura 1.

15 Durante las fases de lectura de la masa y calentamiento en atmósfera oxidante, el crisol (10) se posiciona de manera que su sección de entrada diste varios milímetros respecto a la sección de descarga del conducto vertical (16), tal y como se muestra en la figura 2.

Más concretamente se ha previsto que el mecanismo de desplazamiento vertical (19, 20, 21) esté adaptado para variar la distancia en vertical entre la embocadura del conducto vertical (16) y la base interna del crisol (10) entre, al menos, tres posiciones diferenciadas: una primera posición en la que la distancia es inferior a 2 milímetros, una segunda posición en la que la distancia es igual o superior a 2 mm e inferior a la altura del crisol (10) y una tercera posición en la que la distancia es superior a la altura del crisol (10).

20 La circulación de aire en el horno (9), necesaria para asegurar la presencia de oxígeno para la reacción de calcinación, se produce por tiro natural a través de un orificio (22) practicado en la tapa superior (17) del horno. La renovación del aire se produce a través del espacio anular entre la varilla (11) y el orificio (13) de mayor diámetro por el que ésta atraviesa la tapa inferior (12) del horno.

30 Para la realización del calentamiento en condiciones no oxidantes el equipo está dotado de una tapa (23) con forma de corona circular, siendo su diámetro exterior igual o mayor que el diámetro exterior del crisol (10) y su diámetro interior varios milímetros mayor que el diámetro exterior del conducto vertical (16) de entrada de partículas en su parte cilíndrica no acampanada. Dicha tapa (23) está atravesada por el conducto vertical (16) y, por su propio peso, descansa sobre la superficie acampanada de éste. Durante la fase de calentamiento en un análisis de volátiles, el crisol (10) se eleva hasta que su superficie de entrada coincide con la superficie inferior de la tapa (23), tal y como se muestra en la figura 1. Este hecho se detecta por el incremento de peso que sufre la carga de la balanza (14) al cargar ligeramente con la tapa (23). La ausencia de aire requiere el cierre durante el calentamiento de la válvula de aislamiento (8).

35 En este caso la tapa (23), el crisol (10) y el conducto de entrada (16) se encuentran dimensionadas de tal modo que, en la mencionada primera posición, la tapa (23) descansa apoyada sobre el crisol (10) sin hacer contacto con el conducto vertical (16), en la mencionada segunda posición la tapa (23) establece contacto con la sección superior del crisol (10) y en la mencionada tercera posición la tapa (23) se encuentra apoyada sobre la superficie acampanada del conducto vertical (16).

40 La realización del aparato para la determinación de la pérdida de masa por calcinación en atmósfera oxidante no requiere del uso de la tapa (23) del crisol (10), si bien su presencia no afecta al funcionamiento del aparato para tal fin.

45 Para eliminar la muestra, una vez analizada, se produce succión a través del conducto vertical (16) alimentando aire comprimido al eyector (4), manteniéndose la válvula (3) cerrada. Simultáneamente a esta succión se produce el movimiento de elevación del crisol (10) hasta que su base interior alcance la sección de descarga del conducto vertical (16), tal y como se muestra en la figura 3. Una vez eliminada la muestra, el crisol (10) es llevado a la posición de la figura 1 para la carga de una nueva muestra y el comienzo de un nuevo ciclo.

55 El control del aparato en automático se realiza a través de un sistema de control (24), normalmente un PLC, que gobierna la apertura y cierre de las válvulas (3), (5) y (8), el accionamiento del actuador lineal (19) y el funcionamiento de la balanza (14). Asimismo gestiona unos medios de control de la temperatura (25, 26) del horno (9) que comprenden una sonda de temperatura (25) y un módulo de control (26) al que se encuentra conectado. Adicionalmente realiza los cálculos de la pérdida de masa por calcinación y dispone de los medios para enviar el valor de forma remota o mostrarlo a través de un dispositivo de visualización de datos.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para medida automática en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición térmica de partículas sólidas procedentes de un conducto (1) en el que son transportadas en el seno de una corriente gaseosa, que comprende:

un horno (9) dotado de una tapa superior (17) y de una tapa inferior (12), y provisto de orificios (13, 22) para la circulación de aire exterior,

10 un crisol (10) para la recogida y calcinación de las partículas procedentes de la cámara de recogida (7),

una balanza analítica (14) destinada a pesar el crisol (10),

15 un conducto de entrada (16) vertical que conecta la cámara de recogida (7) con el crisol (10), el cual se encuentra permanentemente dispuesto en el interior del horno (9), que atraviesa la tapa superior (17) del horno (9), y que está dotado de una embocadura de descarga inferior situada en correspondencia con el crisol (10),

20 una varilla (11) rígida unida al crisol (10), cuyo eje está alineado con el eje del conducto (16), que atraviesa la tapa inferior (12) del horno y que está asociada a la balanza analítica (14), en el que dicha balanza analítica (14) soporta al menos el crisol (10) y la varilla (11) manteniendo la verticalidad del crisol (10),

caracterizado porque comprende adicionalmente:

25 un ciclón (6) en el que las partículas sólidas se introducen con aire comprimido a través de una válvula de cierre automático (5) y con una entrada tangencial conectada al conducto (1) del separador de ciclón (6) y el conducto (1) que está conectado a través de una tubería de transporte (2) en la que la conexión tiene una válvula de cierre automático (3), el ciclón (6) que también está unido a la cámara de recogida (7), la cámara de recogida que está situada por debajo del ciclón y aislado en su extremo inferior por una válvula de cierre automático (8),

30 un eyector (4) conectado al ciclón (6) que está adaptado para producir una succión y facilitar la extracción de la muestra del conducto (1) hacia el ciclón (6) o la aspiración del residuo del crisol (10) tras la calcinación,

35 un mecanismo de desplazamiento vertical (19, 20, 21) de la balanza (14) y su carga, adaptado para controlar el posicionamiento en altura de la base interna del crisol (10) respecto de la embocadura de descarga del conducto de entrada (16), y

40 un sistema de control (24) adaptado para gestionar de forma automática la entrada de partículas al crisol (10) y la extracción de las partículas calcinadas del crisol (10), dicho sistema de control que además está adaptado para gobernar:

la apertura y cierre de las válvulas de cierre (3, 5, 8),

el posicionamiento del mecanismo de desplazamiento vertical (19, 20, 21) de la balanza (14),

el funcionamiento de la balanza (14),

el control de temperatura (25, 26) del horno (9),

45 y para realizar los cálculos de pérdida de masa al calentar.

2. Aparato para medida automática en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición térmica de partículas sólidas de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque la embocadura inferior del conducto de entrada (16) muestra forma acampanada.

3. Aparato para medida automática en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición térmica de partículas sólidas de acuerdo con la reivindicación 2 caracterizado porque comprende adicionalmente una tapa (23) con forma de corona adaptada para cerrar la abertura superior del crisol (10), y su diámetro interior es ligeramente mayor que el diámetro exterior del conducto vertical (16) en su parte cilíndrica no acampanada, estando dicha tapa (23) atravesada por el conducto vertical (16) sin ningún tipo de ligadura y adaptada para su apoyo por su peso sobre la superficie acampanada del conducto vertical (16).

4. Aparato para medida automática en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición

térmica de partículas sólidas de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque el crisol (10) es cilíndrico.

5. Aparato para medida automática en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición térmica de partículas sólidas de acuerdo con las reivindicaciones 3 y 4 caracterizado porque la forma de corona de la tapa (23) es circular y su diámetro exterior es igual o mayor que el diámetro exterior del crisol (10).
5
6. Aparato para medida automática en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición térmica de partículas sólidas de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque la cámara de recogida (7) está provista de una vía inferior conectada a una válvula automática de corte (8) y un mecanismo de vibración (18).
10
7. Aparato para medida automática en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición térmica de partículas sólidas de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque uno de los orificios (22) del horno (9) se encuentra en la tapa superior (17).
15
8. Aparato para medida automática en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición térmica de partículas sólidas de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque uno de los orificios (13) del horno (9) se encuentran en la tapa inferior (12).
20
9. Aparato para medida automática en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición térmica de partículas sólidas de acuerdo con las reivindicación 8 caracterizado porque el orificio (13) que se encuentra en la tapa inferior (12) del horno (9) es atravesado por la varilla (11) de tal modo que deja un espacio anular libre a la entrada de aire.
25
10. Aparato para medida automática en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición térmica de partículas sólidas de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque el eyector (4) está alimentado por aire comprimido.
30
11. Aparato para medida automática en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición térmica de partículas sólidas de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque el mecanismo de desplazamiento vertical (19, 20, 21) comprende un actuador lineal (19) unido por su vástago a una plataforma (20), sobre la que descansa la balanza (14), adaptado para variar la distancia en vertical entre la embocadura del conducto vertical (16) y la base interna del crisol (10) entre, al menos, tres posiciones diferenciadas: una primera posición en la que la distancia es inferior a 2 milímetros, una segunda posición en la que la distancia es igual o superior a 2 mm e inferior a la altura del crisol (10) y una tercera posición en la que la distancia es superior a la altura del crisol (10).
35
12. Aparato para medida automática en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición térmica de partículas sólidas de acuerdo con la reivindicación 11 caracterizado porque el mecanismo de desplazamiento vertical (19, 20, 21) comprende adicionalmente al menos una guía (21) sobre la que desliza la plataforma (20).
40
13. Aparato para medida automática en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición térmica de partículas sólidas de acuerdo con las reivindicaciones 3 y 11 caracterizado porque la tapa (23), el crisol (10) y el conducto de entrada (16) se encuentran dimensionados de tal modo que, en la primera posición la tapa (23) descansa apoyada sobre el crisol (10) sin hacer contacto con el conducto vertical (16), en la segunda posición la tapa (23) establece contacto con la sección superior del crisol (10) y en la tercera posición la tapa (23) se encuentra apoyada sobre la superficie acampanada del conducto vertical (16).
45
14. Aparato para medida automática en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición térmica de partículas sólidas de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque comprende adicionalmente un refrigerador (15) situado entre la balanza (14) y la varilla (11).
50
15. Aparato para medida automática en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición térmica de partículas sólidas de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque los medios de control de la temperatura (25, 26) del horno (9) comprenden una sonda de temperatura (25) y un módulo controlador de temperatura (26).
55
16. Aparato para medida automática en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición térmica de partículas sólidas de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque el sistema de control (24)

comprende un dispositivo de visualización de datos.

17. Aparato para medida automática en línea de la pérdida de masa por calcinación y descomposición térmica de partículas sólidas de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque el sistema de control (24) comprende medios de envío de datos de forma remota.

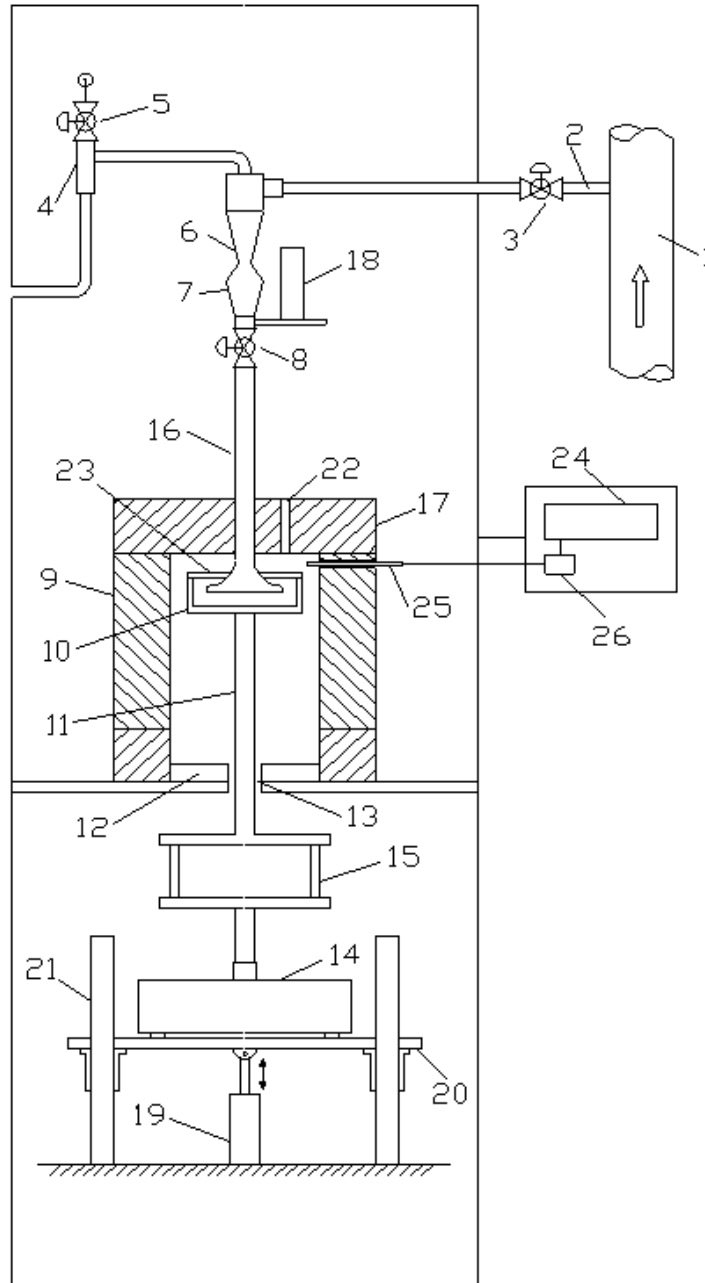


Fig. 1

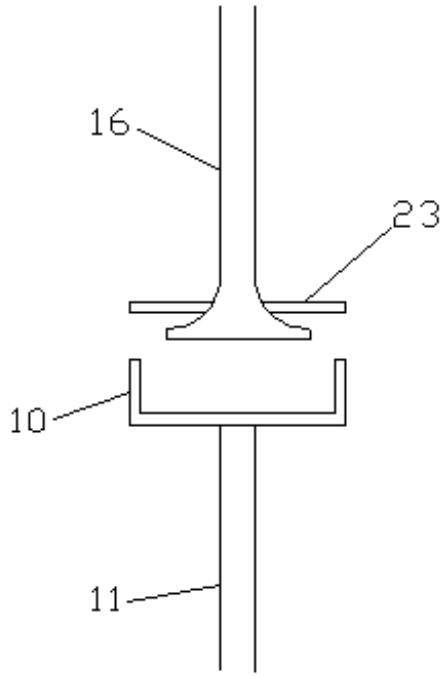


Fig. 2

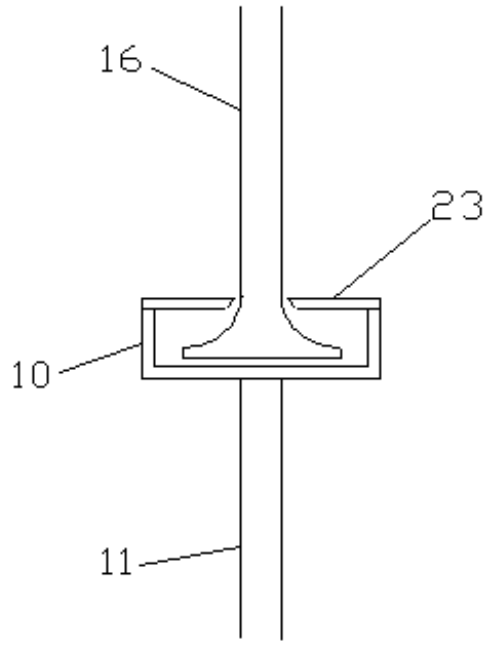


Fig. 3