



(19)

OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA

(11) N.º de publicación: **ES 2 078 842**

(21) Número de solicitud: **9301561**

(51) Int. Cl.º: **G01N 33/24**

**G01N 23/00**

(12)

## SOLICITUD DE PATENTE

A2

(22) Fecha de presentación: **13.07.93**

(71) Solicitante/s: **Universidad de Oviedo y en su representación D. Lorenzo Pueyo Casaus. C/ San Francisco, 3 33003 Oviedo, ES**

(43) Fecha de publicación de la solicitud: **16.12.95**

(72) Inventor/es: **Alvarez Alvarez, Maria Cruz**

(43) Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**16.12.95**

(74) Agente: **No consta**

(54) Título: **Equipo de radiometría gamma natural y método de medida para el análisis del contenido en cenizas, componentes mineralógicos y elementos químicos en rocas y minerales.**

(57) Resumen:

Equipo de radiometría gamma natural y método de medida para el análisis del contenido en cenizas, componentes mineralógicos y elementos químicos en rocas y minerales con objeto de efectuar estos análisis de forma rápida y precisa.

Se calculan los contenidos en cenizas, componentes mineralógicos y elementos químicos en rocas y minerales a partir de la medida de la radiactividad gamma natural emitida por la muestra a analizar. Se indica, a continuación, la secuencia del proceso:

- Equipo de radiometría gamma para la obtención del espectro de la muestra.
- Recuento en una o varias regiones de dicho espectro.
- Introducción del recuento y otras variables que influyen en la medida en una expresión de calibración que se determina en cada caso.
- Cálculo del contenido deseado.

El equipo se puede usar en todas aquellas industrias donde un análisis rápido suponga optimizar la eficiencia de los distintos procesos con las consiguientes ventajas de tipo económico.

## DESCRIPCION

Equipo de radiometría gamma natural y método de medida para el análisis del contenido en cenizas, componentes mineralógicos y elementos químicos en rocas y minerales.

### Dominio de la técnica

La técnica tiene una aplicación importante, en el campo de las medidas en continuo del contenido en cenizas del carbón, en aquellas instalaciones donde su manejo es masivo como por ejemplo minería, lavaderos, centrales térmicas, etc.

Igualmente, es de esperar que la técnica sea aplicable para análisis rápido de componentes mineralógicos y/o químicos en la industria de otras rocas y minerales diversos.

### Estado de la técnica

En la década de los 80 se comienzan investigaciones en los Laboratorios Harwell conjuntamente con la British Coal Corp. y Salford Electrical Instruments (SEI) (Inglaterra) y en la Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO, Australia).

Como resultado de estas investigaciones surgieron los dos primeros equipos industriales, uno de ellos comercializado por la Salford Electrical Instruments Limited Company (Inglaterra) y el otro por Mineral Control Instrumentation (Australia).

De estos trabajos existen, entre otras, las siguientes publicaciones:

- Derek, B. (1990). Continuos ash monitoring using natural gamma techniques. Min-tech'90. Sterling Publications. London.
- Taylor, T. M. (1989). "On-line ash monitoring is now a reality with the natural gamma coal quality monitor. The Mining Engineer. 1949 (338). 205-208.
- Wykes, J. S., Hobby, J. D., et al. (1989). "On line monitoring of the ash content of stone/coal loads using natural radiation". Nuclear Geophys. 3 (3). 203-215.

La base fundamental de cualquier equipo de radiometría gamma natural es que exista una fuerte correlación entre la citada radiactividad y el contenido que se desea determinar.

En España no existía ningún estudio relativo a estas relaciones. Por ello, en el año 1989, se inicia la investigación, a nivel de laboratorio con carbonos, para conocer la posibilidad de analizar en continuo las cenizas del mismo mediante radiometría gamma natural. De este trabajo han surgido las siguientes publicaciones:

- Alvarez, M.C. and Dopico, M. T. (1991) A preliminary study of the possibility of determining the ash content of Spanish coals online by the measuring the natural gamma-ray activity. Nucl. Geophys 5: 507-511.
- Alvarez, M.C. and Dopico, M. T. (1993) Ash content analysis of raw coal by natural gamma-ray activity. International Journal of Environmental Issues in Minerals and Energy Industry.
- Alvarez, M.C. and Dopico, M. T. and González, J. (1993) Ash content analysis of the

products from a coal washing plant by natural radioactivity. International Journal of Environmental Issues in Minerals and Energy Industry.

5 A continuación, se han realizado ensayos preindustriales con objeto de demostrar la viabilidad de la técnica, así como determinar la influencia de distintos parámetros.

10 Desde abril de 1991 esta investigación está siendo subvencionada por La Asociación Gestora para la Investigación y Desarrollo Tecnológico del Carbón (OCICARBON) y la Empresa Nacional Hulleras del Norte, SA (HUNOSA). Los resultados obtenidos han sido muy satisfactorios.

15 Dado que existe una fuerte asociación de los radionucleidos naturales con determinados componentes mineralógicos del carbón, es de esperar que esta asociación exista en otras rocas o minerales.

20 Por tanto, se podrá aplicar el equipo de radiometría gamma natural en otras industrias para determinar impurezas, leyes de algunos minerales, etc.

### Descripción de la invención

25 Se describirá para el caso concreto de la determinación del contenido en cenizas de carbón.

Uno de los parámetros más importantes a controlar en las instalaciones que manejan carbón es el contenido en cenizas del mismo. Dicha composición se requiere, fundamentalmente, para tres fines principales:

- Conocimiento de depósitos de capas aún no explotadas, para labores de planificación.
- Evaluación comercial de los productos.
- Optimización de las operaciones de manejo y/o aprovechamiento del carbón (minería, lavaderos, centrales térmicas, etc.).

30 Según el propósito perseguido se requieren distintos grados de exactitud y tiempos de análisis.

Así, los datos analíticos, entre los cuales se encuentra el contenido en cenizas, que determinan el precio del carbón necesitarán una gran exactitud. En este caso será aplicable para las cenizas, el método clásico de análisis químico por combustión, dado por la Norma UNE 32004. No obstante, existe el problema de hacer representativo el muestreo cuando se trata de grandes cantidades del mismo (camiones, vagones, cinta transportadora, etc.)

35 40 45 50 55 60 65 Por otro lado, si el objetivo es optimizar los procesos de manejo y/o utilización serán necesarios períodos de análisis del orden de pocos minutos, por lo que los tiempos requeridos para el análisis químico son inaceptables. Además, los niveles de exactitud no han de ser tan elevados como en el caso de la evaluación comercial del producto (aproximadamente +/- 10 % relativo).

Será en estas últimas condiciones donde la técnica nuclear basada en la medida de la radiactividad gamma natural de un carbón tenga una aplicación óptima como medida en continuo de las cenizas del mismo, ya que implica una mayor rapidez. Además, se elimina de este modo, el problema de la representatividad del muestreo que conlleva el método clásico de análisis químico, así como la preparación de la muestra.

El equipo de radiometría gamma natural (ERGN), consta de los siguientes componentes:

- Detector de centelleo para la medida de la radiación.
- Blindaje de plomo. En su interior se encuentra el detector. Se diseña con objeto de reducir el fondo ambiental sin que su peso sea excesivo y teniendo en cuenta la posición idónea del detector respecto a la muestra a medir.
- Ordenador con el software necesario para espectroscopia y para determinar el contenido de los parámetros que se desean determinar.

El equipo de radiometría gamma natural nos proporciona el contenido en cenizas de un carbón a partir de la radiactividad gamma natural emitida por él, mediante expresiones matemáticas variables para cada tipo de carbón y medio de transporte que por tanto, puede ser necesario calcular en cada caso.

En estas expresiones, conocidas como calibración del equipo, la variable dependiente es el contenido en cenizas que se desea conocer y las variables independientes deben ser elegidas en cada calibración, es decir, hay que determinar las regiones más convenientes del espectro gamma natural para efectuar el recuento así como identificar los parámetros que influyen en la medida del ERGN para su introducción en la expresión de calibración, como por ejemplo el caudal cuando es variable en una cinta transportadora.

Las ventajas que presenta el método de radiometría gamma natural respecto a otros métodos existentes (dispersión de rayos gamma de baja energía, producción de pares, gamma-gamma, interacción neutrónica, etc.) son las siguientes:

- No se necesita fuente radiactiva, lo cual es de gran importancia si se tiene en cuenta que, de este modo, no son necesarias licencias de instalación radiactiva, servicios de protección radiológica al personal, además de simplificarse el equipo.
- El grado de precisión ( $\pm 2\%$  en cenizas) es similar e incluso superior al de los otros métodos radiactivos utilizados hasta el momento.
- La medida de la radiactividad de la muestra no depende de otros parámetros, tal como, por ejemplo, su contenido en humedad.

#### *Modo de realización*

El modo de realización para determinar, en continuo, el contenido en cenizas, componentes mineralógicos y elementos químicos en rocas y minerales es el siguiente:

1. Se comienza efectuando a nivel de laboratorio y con un número de muestras representativas del producto a analizar lo siguiente:
  - Análisis de radiometría gamma natural.

- Análisis del contenido que se desea conocer mediante el procedimiento químico convencional.

El objeto de esta fase es determinar si existe posibilidad de correlacionar ambos análisis, así como fijar las regiones del espectro gamma natural donde se va a efectuar el recuento.

2. Se coloca el detector de centelleo con su blindaje de plomo encima del producto a analizar, en la misma dirección de su movimiento y distancia determinada. Esta en su medio de transporte, por ejemplo cinta transportadora, vagones, camiones, etc. está siendo medida por el detector.
3. Se mide durante un tiempo fijo la radiación gamma natural que emite la muestra que se encuentra en el radio de alcance del detector en dicho tiempo, la cual da lugar a un espectro, obteniéndose el recuento en las regiones elegidas del mismo. Esta operación se efectúa con diferentes muestra representativas del producto que se desea analizar.
4. Se toma una cantidad de muestra representativa de la total que ha medido el detector para efectuar el análisis químico convencional. Por ejemplo, el contenido de cenizas de los carbones se analiza, una vez realizado el desmuestreo, por combustión siguiendo la norma UNE 32004.
5. Se calcula la correlación óptima -calibración- entre ambos análisis (convencional y radiactivo). En esta expresión de calibración puede ser necesario considerar, como variables dependientes, además del recuento mencionado otros parámetros que influyen en la medida entre los que cabe mencionar el fondo radiactivo ambiental y el peso o volumen de la muestra.
6. La expresión de calibración se introduce en un programa de obtención automática de los resultados mediante el cual se obtiene el valor medio del parámetro que se desea determinar en la muestra que ha analizado el detector en el tiempo establecido.

Por ejemplo, para los carbones procedentes de lavadero de Batán (Mieres, Asturias) constituidos por una mezcla de menudo y fino cuyo rango en cenizas es del 14-30 % se ha elegido, para su recuento, la zona del espectro gamma natural comprendida entre 540 y 1.550 keV.

Para un tiempo de medida de 20 minutos se obtiene para la calibración la recta  $y = 0,0037x - 50$ : siendo:  $y = \%$  en cenizas,  $x =$ recuento bruto en la citada zona del espectro.

Comparando el resultado en cenizas calculado mediante esta recta, es decir, a partir de la radiactividad gamma natural con el determinado por combustión, según la Norma UNE 32004, se obtiene un error absoluto medio inferior al 2 % y una desviación típica de dicho error menor del 1,5.

**REIVINDICACIONES**

1. Equipo de radiometría gamma natural y método de medida para el análisis del contenido en cenizas, componentes mineralógicos y elementos químicos en rocas y minerales a partir de la medida de la radiactividad gamma natural emitida por los productos a analizar, con un detector de centelleo dentro de un blindaje de plomo y ordenador para procesar los datos, **caracterizado** por realizarse el citado análisis con un equipo de radiometría gamma natural calibrado en cada

5

10

caso.

2. Método **caracterizado** por medir, tanto en continuo como en discontinuo, la radioactividad gamma natural, emitida por los productos cuyo contenido en cenizas, componentes mineralógicos y elementos químicos se desea conocer, en una o varias regiones del espectro gamma natural y determinar los citados contenidos, para una definida geometría detector-muestra, mediante el recuento en las zonas elegidas del espectro y otras variables que influyen en la medida de la radioactividad gamma natural.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65