

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 165**

51 Int. Cl.:

C10L 10/04 (2006.01)

C10L 10/06 (2006.01)

F23J 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.07.2009 E 09795277 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.09.2015 EP 2318489**

54 Título: **Inyección de reactivo dirigida para el control de escoria de la combustión de carbones de alto contenido de hierro y/o calcio**

30 Prioridad:

11.07.2008 US 80004

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

16.12.2015

73 Titular/es:

**FUEL TECH, INC. (100.0%)
27601 Bella Vista Parkway
Warrenville, IL 60555, US**

72 Inventor/es:

**SMYRNIOTIS, CHRISTOPHER, R.;
SCHULZ, KENT, W. y
RIVERA, EMELITO, P.**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

Observaciones :

Véase nota informativa (Remarks) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 554 165 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

Inyección de reactivo dirigida para el control de escoria de la combustión de carbones de alto contenido de hierro y/o calcio

5 **Campo de la invención**

10 La invención está relacionada con un proceso que incrementa la salida de un sistema de combustión con quemado de carbón de alto contenido de hierro y/o calcio, reduciendo la tendencia de formación de escoria en las superficies de los intercambiadores de calor cambiando la naturaleza de la escoria para facilitar la eliminación y realmente eliminar la escoria.

15 La combustión del carbón, como la de otros combustibles fósiles, es invariablemente menos eficiente que lo deseado y puede ser una fuente de contaminación. El mantenimiento del funcionamiento del sistema de combustión con alta eficiencia controlando la calidad de las emisiones es esencial para obtener la energía necesaria para impulsar nuestra economía conservando la calidad del aire que requerimos para la supervivencia. Debido a que la eficiencia y las emisiones están interrelacionadas y algunas soluciones tecnológicas han demostrado competir entre sí, ha sido difícil conseguir ambas. El funcionamiento económico de las plantas de energía e incineradoras es de interés público y las nuevas tecnologías son esenciales para este esfuerzo.

20 La selección de combustibles juega un papel importante en la mitigación de algunos problemas de contaminación pero no puede eliminarlos. Algunos carbones, como algunos carbones bituminosos de las cuencas de los Apalaches e Illinois son importantes en muchas plantas diseñadas para carbón donde la economía limita otras opciones. La tendencia de formación de escoria y las propiedades de la misma producida por carbones con alto contenido de hierro han sido una preocupación importante para los ingenieros y operadores de plantas de combustión durante décadas. Hay varios factores que afectan a las propiedades físicas y químicas de la escoria. Ver, por ejemplo; Combustion Fossil Power, 1991, Joseph G. Singer, P.E., editor, Capítulo 3, Ingeniería de la combustión. Sin embargo, como lo establece la industria de hoy, hay un compromiso entre la selección de carbón de bajo costo y la rentabilidad real en la producción de energía, donde la escoria llega a ser un problema. La acumulación de escoria es un problema que provoca disminución en la transferencia de calor y a veces conduce a largos periodos de tiempo muerto necesarios para la limpieza.

35 Un problema relacionado con el carbón, son las grandes cantidades de ceniza y partículas finas formadas que deben ser capturadas y eliminadas. La técnica ha usado aditivos para controlar la formación de escoria y sus propiedades pero los aditivos pueden provocar tensión en los sistemas de recuperación de sólidos empleados, en términos de volumen. En consecuencia, el control óptimo de la escoria ha estado comprometido a veces debido a que los sistemas de recuperación de sólidos no pueden eliminar de manera efectiva la totalidad necesaria de sólidos. Este es un problema especialmente para las plantas viejas donde el incremento de la capacidad de recolección de sólidos no es una opción.

40 Otro factor que hace el problema más complejo, es el hecho de que los carbones reaccionan de diferente forma a los aditivos en función de su composición. Como regla general, no hay una fórmula conocida que haga posible direccionar todas las diferentes composiciones de carbón con los aditivos convenientes a niveles efectivos que puedan ser manejados adecuadamente por el equipo de recuperación de sólidos. El descubrimiento de una composición particular de carbón y un régimen de aditivos particular son aspectos muy buscados para asegurar que se podrá suministrar energía económica generando ingresos suficientes para el control eficaz de la contaminación.

50 El documento US-4.498.402 describe un método para reducir la formación de escoria a alta temperatura en hornos y un acondicionador para su uso en el mismo.

El documento US-2006/0121398 A1 trata de un sistema de atomización de aditivo para la inyección en entornos operativos severos.

55 Hay necesidad de un proceso mejorado que controle la formación de escoria con mayor eficacia, sobre todo con combustibles problemáticos como los carbones con contenido de azufre que desempeñan un papel creciente en la formación de escoria así como aquellos con alto contenido de hierro y/o calcio para mejorar la eficiencia y rentabilidad de la caldera.

Descripción de la invención

60 Un objetivo de la invención es proporcionar una tecnología mejorada para el control de la escoria en sistemas de combustión que utilicen combustibles con tendencia a la formación de escoria.

65 Otro objetivo es proporcionar un proceso para el control de la escoria proveniente de la combustión de carbón con alto contenido de hierro y/o calcio reduciendo el uso de productos químicos.

Otro objetivo es proporcionar un proceso para la eliminación de la escoria de la superficie de intercambio de calor de la caldera, producida por la combustión de carbón con alto contenido de hierro y/o calcio reduciendo el uso de sustancias químicas.

- 5 Un objetivo adicional pero más específico es proporcionar un proceso para controlar con mayor eficacia la escoria, disminuyendo la cantidad de tiempo muerto asociado con la eliminación de la escoria.

Un objetivo más específico de algunos aspectos de la invención es conseguir los objetos antes mencionados mejorando, al mismo tiempo, la eficiencia del sistema de combustión.

- 10 Estos y otros objetivos se consiguen mediante la presente invención en, por lo menos, sus aspectos principales, la cual proporciona un proceso mejorado para el control de la escoria en sistemas de combustión alimentados con carbón formador de escoria, con alto contenido de hierro y/o calcio.

- 15 En un aspecto, la invención proporciona un proceso para la reducción de la cohesividad y/o adhesividad de la escoria en un sistema de combustión, disminuyendo así el nivel de ensuciamiento como se define en la reivindicación.

- 20 El reactivo trihidróxido de aluminio es introducido en forma líquida empleando la dinámica de fluidos computacional para determinar las velocidades de flujo y seleccionar la velocidad y fuerza de introducción del reactivo, los sitios de introducción, la concentración del reactivo, el tamaño de gota del reactivo y/o la dinámica del reactivo.

- 25 El hidróxido de magnesio se introduce como una suspensión acuosa junto con la suspensión de trihidróxido de aluminio.

Otros aspectos importantes se exponen en la siguiente descripción.

Breve descripción de las figuras

- 30 Se entenderá mejor la invención y sus ventajas llegarán a ser más evidentes cuando la siguiente descripción detallada sea leída conjuntamente con las figuras que le acompañan en las cuales:

La **Fig. 1** es una vista esquemática de una realización de la invención.

- 35 La **Fig. 2** es una fotografía de una muestra de escoria obtenida después de la acción durante 24 horas del trihidróxido de aluminio en un sistema de combustión que funciona con carbón de alto contenido de hierro tal como se expone en el siguiente Ejemplo 2.



Descripción detallada de la invención

- 40 Primero se hará referencia a la **Fig. 1** la cual es una vista esquemática de una realización de la invención. La **Fig. 1** muestra un sistema de combustión **10** grande del tipo usado para producir vapor para generación de energía eléctrica, vapor, calentamiento o incineración durante el proceso. El carbón es alimentado por los quemadores **20** y **20a** y es quemado con aire en la zona de combustión **21**. Es una ventaja de la invención que el carbón de alto contenido de hierro y/o calcio tenga, (por ejemplo, un contenido de hierro superior al 15 %, por ejemplo, de 20 a 45 35 % basado en el peso de la ceniza y expresado como Fe_2O_3) y/o un contenido de calcio superior al 5 % (por ejemplo, de 10 a 25 % basado en el peso de la ceniza y expresado como CaO). También es una ventaja de la invención que la escoria pueda ser controlada eficientemente incluso en carbones con un contenido significativo de azufre, por ejemplo, superior al 1 % con un rango aproximado de 3 a 5 %. Aquí y en todas partes de esta 50 descripción, todas las partes y porcentajes son en peso.

- El aire para la combustión, suministrado por un ventilador **22** y una red de conductos **24** es calentado preferiblemente por intercambiadores de calor gas a gas (no mostrados) los cuales transfieren calor de la red de conductos (no mostrada) al extremo de salida del sistema de combustión. Los gases de combustión calientes se 55 elevan y fluyen pasando por los intercambiadores de calor **26** los cuales transfieren el calor de los gases de combustión al agua para la generación de vapor. Otros intercambiadores de calor, incluyendo un economizador (en una etapa posterior, no mostrado) también pueden ser provistos según el diseño particular de la caldera. Existiría una tendencia a formarse escoria no tratada en las superficies de estos intercambiadores de calor, los cuales se sitúan dentro de los sistemas de combustión específicos en función de consideraciones importantes de diseño para 60 las localizaciones individuales. Una ventaja de la presente invención es que las técnicas, para elaboración de modelos tales como la dinámica de fluidos computacional se utilicen inicialmente para el tratamiento directo con sustancias químicas (especialmente aquellas identificadas como efectivas para algunos tipos particulares de carbón de acuerdo con la invención) en los sitios óptimos para la reducción y/o control de la formación de escoria manteniendo un funcionamiento eficiente de la caldera.

65

Una serie de inyectores adecuados, preferentemente asistidos por atomización de aire en cada serie de inyectores **30** y **30a** son proporcionados para la introducción del trihidróxido de aluminio con la suspensión de hidróxido de magnesio procedentes de los recipientes **40** y **40a** respectivamente. Ambos, el ATH y el hidróxido de magnesio son preferentemente suspensiones acuosas. Las líneas de suministro (por ejemplo, **41**) se muestran como líneas dobles

5 en el dibujo. Las válvulas (por ejemplo, **42**) están representadas por el símbolo común () y los sensores de temperatura (por ejemplo, **44**) están representados por el símbolo común (). Tanto las válvulas **42** como los sensores de temperatura **44** están conectados al controlador **46** mediante conductores eléctricos (por ejemplo **48**) mostrados con líneas punteadas. Estas válvulas, sensores de temperatura y conductores eléctricos son solamente ilustrativos y el trabajador experto, usando los principios aquí descritos, los colocará estratégicamente para proporcionar señales y respuestas de control apropiadas. El controlador **46** puede ser un ordenador digital de uso general programado de acuerdo con un régimen predeterminado con aplicaciones de alimentación y retroalimentación.

15 El trihidróxido de aluminio ($\text{Al}(\text{OH})_3$), el cual se ha identificado como eficaz, según la invención, para disminuir enormemente la deposición de escoria o para limpiar la escoria depositada previamente proveniente de tipos de carbón problemáticos, también es conocido con otros nombres tales como ATH, hidróxido de aluminio y alúmina hidratada. Independientemente de la forma que como materia prima tenga el trihidróxido de aluminio, es preferible que éste sea mezclado con agua para su introducción desde el tanque **40** a través de líneas asociadas **41** con o sin estabilizantes químicos a concentraciones adecuadas para su almacenamiento y manejo, por ejemplo, por lo menos al 25 % aproximadamente y preferiblemente por lo menos al 65 % de sólidos en peso.

25 Como se describirá, la concentración y velocidades de flujo serán determinados inicialmente por modelos para asegurar que se suministre adecuadamente la cantidad apropiada de sustancias químicas en el sitio correcto del sistema de combustión en la forma física correcta para obtener los resultados deseados de reducción de escoria y facilidad de limpieza. Para uso en el proceso se diluye según se determine, por ejemplo, mediante dinámica de fluidos computacional (CFD) para que esté dentro del rango de 0,1 a 10 %, más limitadamente de 1 a 5 %. Cuando el trihidróxido de aluminio acuoso entre en contacto con los gases calientes en el sistema de combustión, se cree que se reduce a partículas muy pequeñas, por ejemplo, nanopartículas, por ejemplo, menores de 200 nanómetros y, preferiblemente menos de 100 nanómetros. La mediana del tamaño de las partículas de 50 a 150 nanómetros es un rango útil para el proceso de la invención. Para lograr éste tamaño, es importante que el ATH se introduzca en forma acuosa. Se cree que las partículas pequeñas interrumpen la cristalización normal o el cristal que forma la escoria. Independientemente del mecanismo involucrado, es otra ventaja de la invención el que la escoria así formada sea altamente friable y se rompa fácilmente con el cepillado y pueda ser eliminada manualmente.

35 Una ventaja significativa de la invención es que la friabilidad de la escoria formada se incrementa haciendo más fácil su eliminación. La invención también retarda o elimina la formación de escoria. Ventajosamente, a altas dosis, se puede eliminar efectivamente la escoria ya formada. La expresión "incrementar la friabilidad de la escoria" significa que la escoria después del tratamiento requiere menos fuerza por unidad de área para ser eliminada que aquella formada en las mismas condiciones pero sin el tratamiento. La expresión "eliminar la escoria" significa que el peso de la escoria que se adhiere a la caldera, particularmente a la superficie de los intercambiadores de calor, se reduce con respecto a sus valores iniciales mediante el tratamiento de la invención. Hay varias ventajas adicionales y útiles de la invención como la reducción del SO_3 proveniente de carbones con alto contenido en azufre, la reducción de la presión de goteo en los aparatos intercambiadores de calor, la posibilidad de usar carbón de menor coste, la menor generación de CO , la menor generación de CO_2 debido al aumento en el consumo de combustible, la mejor transferencia de calor, el menor tiempo muerto, el mayor rendimiento, la limpieza en línea, las superficies de intercambiadores de calor más limpias, la posibilidad de limpiar el sistema de combustión en su totalidad y la posibilidad de procesar todas las cargas con mayor eficiencia.

50 El proceso para la mayoría de los carbones funciona mejor con una combinación de ATH e hidróxido de magnesio. Mientras que algunos carbones, por ejemplo, con baja composición de silicatos pueden ser quemados con pocos problemas atribuidos a la escoria, el uso de hidróxido de magnesio, al menos al inicio, es preferible. El reactivo de hidróxido de magnesio puede prepararse preferiblemente a partir de salmueras que contengan calcio y otras sales, usualmente provenientes de fosas subterráneas o de agua de mar. El limo dolomítico se mezcla con estas salmueras para formar una solución de cloruro de calcio e hidróxido de magnesio, la cual se separa de la solución mediante precipitación y filtración. Esta forma de hidróxido de magnesio puede mezclarse con agua con o sin estabilizantes a concentraciones adecuadas para su almacenamiento y manejo, por ejemplo, con 25 a 60 % de sólidos en peso. Para uso en el proceso, se diluye según se determine mediante dinámica de fluidos computacional dentro del rango de 0,1 a 10 %, más limitadamente de 1 a 5 %. Cuando entra en contacto con el efluente en el sistema de combustión, se cree que se reduce a nanopartículas de menos de 200 nanómetros preferiblemente menores de 100 nanómetros. Tamaños de las partículas medios de 50 a 150 nanómetros son rangos útiles para el proceso de la invención. También pueden usarse otras formas de MgO donde sea necesario o deseable, por ejemplo, puede emplearse un "quemado ligero" o "cáustico" en el rango de partícula deseado.

Para el mejor logro de estos efectos, la invención se aprovechará principalmente de la dinámica de fluidos computacional para proyectar velocidades de flujo iniciales y seleccionar la velocidad de introducción del reactivo, el sitio(s) de introducción del reactivo, la concentración del reactivo, el tamaño de gota del reactivo y la dinámica del reactivo. La CFD es una ciencia bien entendida y es usada con un beneficio total en este caso donde se desea suministrar una mínima cantidad de la sustancia química para un efecto máximo.

Se observa de una manera muy significativa que la cantidad de sustancia química será sub-estequiométrica en términos de la afectación del punto de fusión de la escoria, a menudo considerado como el factor de control en el control de la escoria. De acuerdo con la presente invención, existen datos fiables, además de la cantidad relativamente pequeña de reactivo empleada, de que los resultados de la invención se deben a la interrupción física de la formación de escoria por posibles enlaces químicos y efectos cinéticos no explicados por la literatura.

Las pruebas han mostrado que las velocidades de alimentación inicial determinadas mediante dinámica de fluidos computacional pueden ser usadas con buenos efectos y a continuación ser ajustadas basándose en los resultados observados. Como guía para las velocidades de alimentación, el valor inicial de alimentación para la mejor economía en sistemas de combustión funcionando de manera similar al ilustrado abajo, puede ser superior de hasta 2,7 kg (6 libras) de ATH (como ATH activo seco) o 3,6 kg (8 libras) (como suspensión al 65 - 70 %) por tonelada de carbón. Por ejemplo, cuando se añade como una suspensión preferida al 70 %, serán efectivas cantidades de 0,45 a 2,7 kg (de 1 a 6 libras) de suspensión, más limitadamente, por ejemplo, de 0,9 a 1,36 kg (2 a 3 libras). Se usa también hasta 0,9 kg (2 libras) de suspensión de Mg(OH)₂ (aproximadamente 50 - 60 % de sólidos) por tonelada de carbón. Por ejemplo, cuando se añade como una suspensión preferida al 60 %, se pueden usar cantidades de 0,23 a 0,9 kg (0,5 a 2 libras) de suspensión de Mg(OH)₂ por tonelada de carbón, por ejemplo, de 0,3 a 0,45 kg (0,7 a 1 libra) de suspensión de Mg(OH)₂ por tonelada de carbón. Las suspensiones se diluyen como sea necesario, generalmente hasta una concentración de sólidos de 5 % aproximadamente para aplicaciones más pequeñas hasta 35 % o más.

El peso de la escoria adherida al sistema de combustión, particularmente a la superficie de los intercambiadores de calor, se reduce con respecto a sus valores iniciales mediante el tratamiento de la invención especialmente cuando se usan el ATH y el Mg(OH)₂ a altas concentraciones dentro de los rangos superiores, es decir, de 1,36 a 2,7 kg (3 a 6 libras) de ATH y de 0,45 a 0,98 kg (1 a 2 libras) de Mg(OH)₂ por tonelada de carbón. Esta capacidad de eliminar la escoria proporciona la posibilidad de establecer un régimen de limpieza y mantenimiento en donde la dosis inicial es justo la mencionada para eliminar la escoria, reduciéndose a continuación la cantidad hasta 10 a 50 % respecto a sus valores iniciales para el mantenimiento del sistema de combustión limpio y funcionando eficientemente.

Es esencial para la óptima descontaminación de la escoria, según la invención, calcular y emplear las concentraciones iniciales y velocidades de introducción correctas para la forma física más efectiva del trihidróxido de aluminio y, preferiblemente, opcionalmente del hidróxido de magnesio, a ser introducido en los gases de combustión calientes en la cámara **20** para poder añadir la sustancia química con el efecto deseado. La implementación de la CFD en la invención puede llevarse a cabo como se expone en la Patente US-7.162.960 concedida a Smyrniotis et al. El equipo para la eliminación de las partículas (no mostrado) puede usarse para eliminar las partículas antes del paso del efluente hasta el apilamiento.

En otra forma alternativa de la invención, los catalizadores de combustión y/o las sustancias químicas para tratamiento del efluente pueden ser añadidos al combustible, a la zona de combustión o de otra manera como se ha descrito, por ejemplo en la Patente N° 7.162.960 de los Estados Unidos concedida a Smyrniotis et al.

Se presentan los siguientes ejemplos para explicar más detalladamente e ilustrar la invención y no deben ser considerados en ningún sentido como limitación.

Ejemplo 1 (no pertenece a la reivindicación)

Este ejemplo ilustra la introducción de trihidróxido de aluminio en un horno quemador que quema 540 toneladas de carbón por día. El carbón es una mezcla de carbones bituminosos de la cuenca de Illinois y de los Apalaches, obteniendo los siguientes resultados como combinado:

Muestra			
	1	2	3
Humedad, %	11,28	10,85	10,19
Cenizas, %	14,91	13,63	13,91
Materia volátil, %		36,03	35,04
Carbón fijo, %		39,49	40,86
Total, %		100	100
Azufre, %		3,95	4,44
HHV, kJ/kg		10.742	10.730

- Para el ensayo, el $\text{Al}(\text{OH})_3$ (suspensión de trihidróxido de aluminio o ATH, abreviado) es alimentado al 70 % en peso de una solución acuosa en una proporción de 2,3 kg (5 libras) por tonelada de carbón consumido proveniente de dos series de tres inyectores enfriados con aire y situados en la pared opuesta donde se localizan dos series de quemadores de carbón pulverizado, una serie a una elevación entre las dos series de quemadores y la otra a una mayor elevación por encima de los quemadores de carbón más altos. La suspensión está diluida a una concentración de 35 % en peso de ATH. La densidad de la suspensión de ATH antes de la dilución es de 6,3 kg/3,81 (14 libras por galón), lo que significa que la velocidad de alimentación de la suspensión de ATH es de 730,61 (193 galones) al día (2,3 kg (5 libras) por tonelada de carbón).
- 10 Basándose en este ensayo se estima que una velocidad de alimentación efectiva para este sistema de combustión en particular será de 0,45 a 2,7 kg (1 a 6 libras) de suspensión de ATH por tonelada de carbón, por ejemplo, de 0,9 a 1,36 kg (2 a 3 libras) por tonelada.

Ejemplo 2

- 15 Este ejemplo ilustra el efecto de la introducción de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (hidróxido de magnesio) en un horno de combustión que quema 540 toneladas de carbón por día además del trihidróxido de aluminio alimentado en el Ejemplo 1. El carbón era una mezcla de carbones bituminosos de la cuenca de Illinois y de los Apalaches como se ilustra en el Ejemplo 1.
- 20 El hidróxido de magnesio fue alimentado en forma de suspensión a 0,9 kg (2 libras) de una suspensión al 50 a 60 % en peso por tonelada de carbón consumido. La densidad de la mezcla de hidróxido de magnesio fue aproximadamente 5,4 kg/3,81 (12 libras por galón). Por lo tanto, la velocidad de alimentación fue aproximadamente de 340,71 (90 galones) por día para la suspensión de $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Como antes, alimentamos la suspensión de trihidróxido de aluminio a 2,3 kg (5 libras) de suspensión por tonelada de carbón consumido. La densidad del ATH fue 6,3 kg/3,81 (14 libras por galón) siendo la velocidad de alimentación del ATH 730,61 (193 galones) por día.

- Basándose en este ensayo, se estima que la velocidad de alimentación óptima para la mejor rentabilidad de este sistema de combustión en particular es de 0,23 a 0,9 kg (0,5 a 2 libras) de suspensión de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ por tonelada de carbón (por ejemplo, 0,45 kg (1 libra) por tonelada, más de 0,45 a 2,7 kg (1 a 6 libras) de suspensión de ATH por tonelada, (por ejemplo, de 0,9 a 1,36 kg (2 a 3 libras) por tonelada. La **Fig. 2** es una fotografía de una muestra de escoria obtenida después de 24 horas de funcionamiento con alimentación de ATH solo. La escoria fue inesperadamente friable.

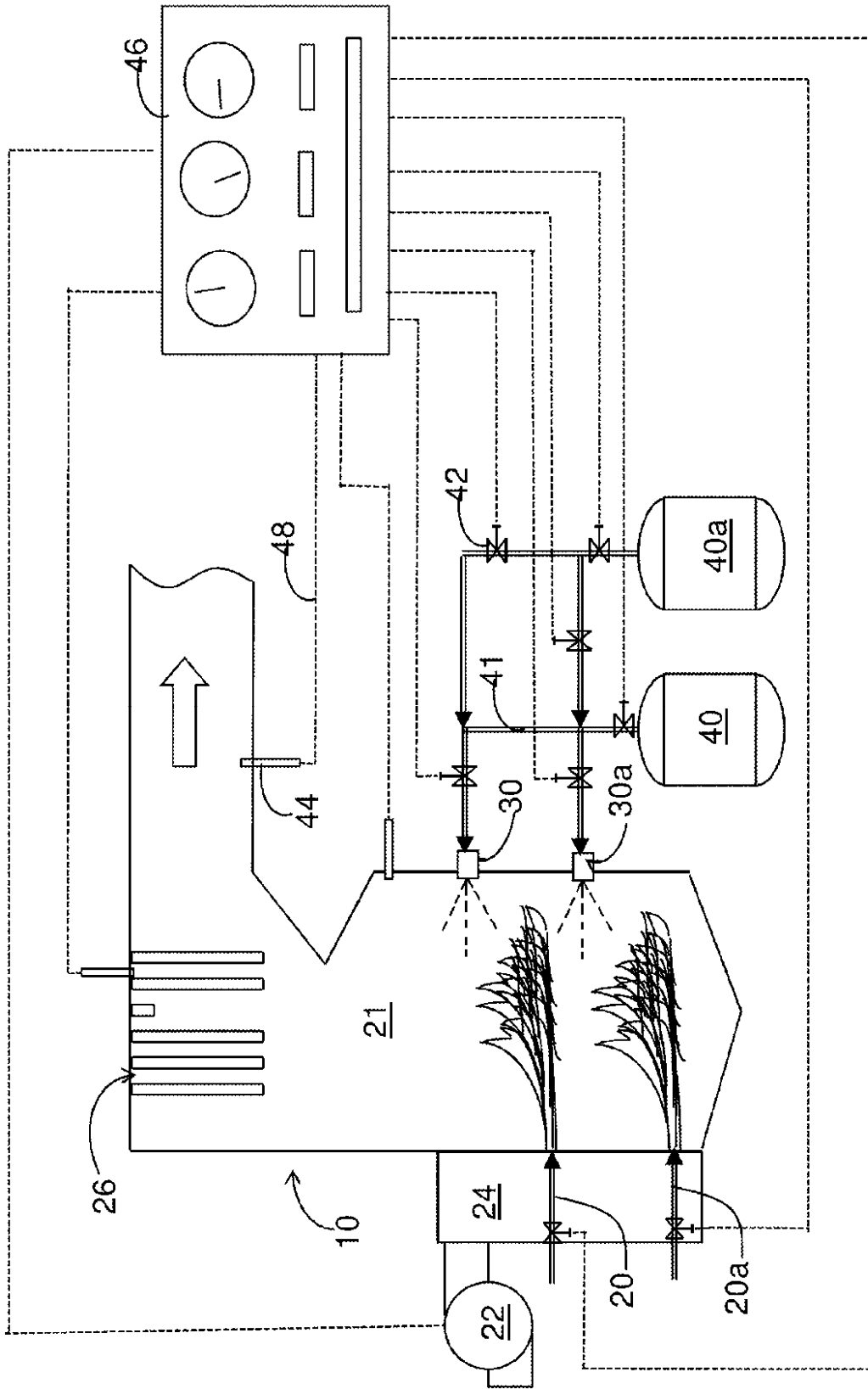
- La descripción anterior tiene el propósito de enseñar al técnico con habilidad ordinaria cómo practicar la invención. No se pretende detallar todas aquellas modificaciones y variaciones obvias, todas las cuales llegarán a ser evidentes para el trabajador experto al leer la descripción. Se pretende, sin embargo, que todas aquellas modificaciones y variaciones obvias sean incluidas en el ámbito de la invención el cual es definido por la siguiente reivindicación. Se pretende que la reivindicación abarque los componentes y las etapas reivindicadas en cualquier secuencia que sea efectiva para cumplir los objetos ahí pretendidos, a menos que el contexto indique expresamente lo contrario.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para la reducción de la cohesividad y/o la adhesividad de la escoria en un sistema de combustión disminuyendo así el nivel de ensuciamiento, que comprende:

- 5 quemar el carbón formador de escoria con un alto contenido de hierro superior al 15 % basado en el peso de la ceniza y expresado como Fe_2O_3 y/o un contenido de calcio superior al 5 % basado en el peso de la ceniza y expresado como CaO, con un exceso global de oxígeno;
- 10 movilizar los gases de combustión resultantes a través del equipo de intercambio de calor en condiciones que provocan el enfriamiento de la escoria formada por la combustión del combustible;
- 15 introducir, antes del contacto con dicho equipo de intercambio de calor en los gases de combustión calientes, desde inicialmente 1,36 hasta 2,7 kg (3 a 6 libras) por tonelada de carbón quemado de trihidróxido de aluminio como una suspensión acuosa y desde 0,45 hasta 0,9 kg (1 a 2 libras) por tonelada de carbón quemado de hidróxido de magnesio como una suspensión acuosa, con tamaños de gota y concentraciones eficaces para disminuir la velocidad de ensuciamiento por escoria,
- 20 reducir la tasa de introducción del trihidróxido de aluminio y del hidróxido de magnesio hasta del 10 al 50 % de los valores iniciales para el mantenimiento del sistema de combustión limpio y funcionando eficientemente, en el que se usa la dinámica de fluidos computacional para determinar las velocidades de flujo iniciales y seleccionar las velocidades de introducción del reactivo, el (los) sitio(s) de introducción del reactivo, las concentraciones del reactivo, el tamaño de gota del reactivo y/o la dinámica del reactivo.

FIG. 1



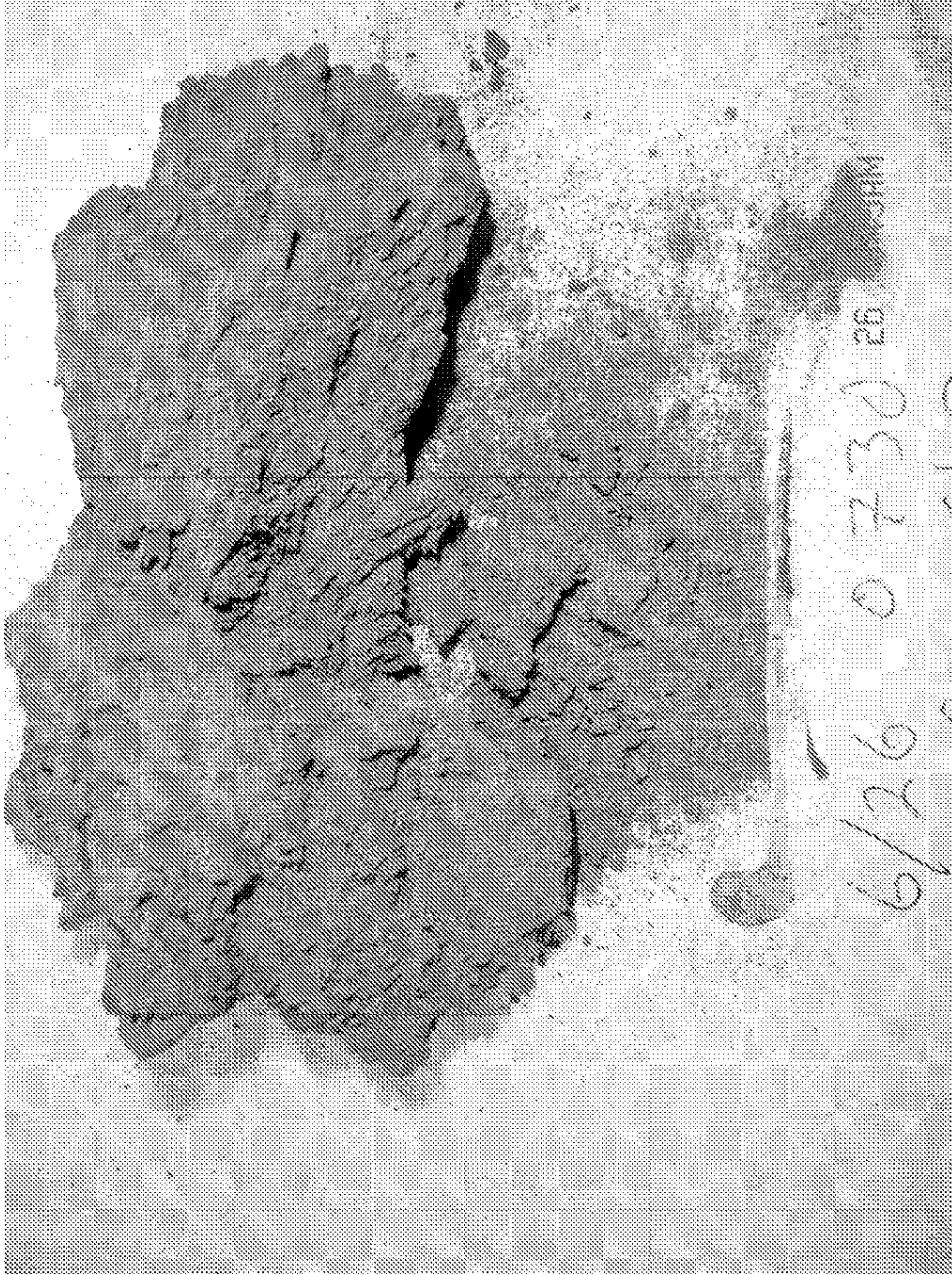


Fig. 2