



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 272 576**

51 Int. Cl.:
F22B 37/56 (2006.01)
F28G 1/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Número de solicitud europea: **01998768 .4**
86 Fecha de presentación : **29.11.2001**
87 Número de publicación de la solicitud: **1350062**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **08.10.2003**

54 Título: **Método y aparato para eliminar el hollín por soplado de una caldera de recuperación.**

30 Prioridad: **30.11.2000 FI 20002633**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2007

73 Titular/es: **Metso Automation Oy**
Tulppatie 1
00880 Helsinki, FI

72 Inventor/es: **Koskinen, Jukka;**
Leskinen, Mikko y
Hanhinen, Jaakko

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 272 576 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

Método y aparato para eliminar el hollín por soplado de una caldera de recuperación.

5 El presente invento se refiere a un método para eliminar el hollín por soplado en una caldera de recuperación, en el que los sopladores de hollín de la caldera de recuperación están divididos en grupos de soplado de hollín.

10 El invento se refiere además a un aparato para el soplado de hollín de una caldera de recuperación, comprendiendo el aparato sopladores de hollín dispuestos en grupos de eliminación de hollín en la caldera de recuperación, y un aparato de control.

15 En las fábricas de pasta, el licor negro desarrollado en el curso de la fabricación de pasta es quemado en una caldera de recuperación para recuperar productos químicos reciclables y la energía de los materiales combustibles contenidos en el licor negro. En la caldera de recuperación, se recupera calor utilizando tubos de agua que constituyen las paredes de la caldera de recuperación y otras superficies de transferencia de calor. Dichas superficies de transferencia de calor incluyen recalentadores situados en una cámara de combustión de la caldera de recuperación y precalentadores de agua de suministro y grupos de calderas situados en un pasaje de gas de chimenea después de la caldera.

20 Cuando se quema licor negro, emergen cantidades considerables de gases, partículas, gotas arrastradas y otros de tales productos de la combustión que fluyen a través de la caldera de recuperación y el pasaje de gas de chimenea junto con los gases de combustión. Algunos de los subproductos de la combustión se adhieren a las superficies de transferencia de calor, que son de este modo ensuciadas. El ensuciamiento reduce la eficiencia de la caldera de recuperación, ya que la suciedad actúa como un material aislante entre los gases de combustión y el agua a ser calentada que fluye en los sistema de tubería, y vapor. Además, finalmente la contaminación provoca obstrucción y, para retirar la obstrucción, el proceso de quemado en la caldera de recuperación tiene que ser parado. Una caldera de recuperación obstruida significa típicamente al menos veinticuatro horas de parada para toda la unidad de producción, lo que provoca grandes pérdidas económicas para toda la fábrica de pasta.

30 Se elimina el hollín por soplado de las superficies de transferencia de calor de la caldera de recuperación para evitar o retrasar la contaminación. La frecuencia con la que una caldera de recuperación necesita que se elimine el hollín por soplado depende de la estructura y condiciones en la cámara de combustión de la caldera de recuperación, lo que afecta a la cantidad y características de los subproductos de la combustión. Se ha de observar que a partir de ahora en el presente invento, a menos que se indique de otra manera, el soplado de hollín de una caldera de recuperación se refiere a eliminar el hollín por soplado tanto de la propia parte de caldera de recuperación como del pasaje de gas de chimenea posterior. El soplado de hollín se lleva a cabo usualmente utilizando vapor, siendo el consumo de vapor de un procedimiento de soplado de hollín típicamente 4-5 kg/s, lo que corresponde a alrededor del 4-5% de la producción de vapor de toda la caldera de recuperación; el procedimiento de soplado de hollín consume de este modo una cantidad considerablemente grande de energía térmica.

40 En lo más simple, el soplado de hollín es un procedimiento conocido como soplado de hollín secuencial, en el que los sopladores de hollín operan en intervalos determinados y en un orden determinado por una cierta lista predeterminada. El procedimiento de soplado de hollín transcurre a su propio ritmo de acuerdo con la lista, independientemente de si se necesita o no el soplado de hollín, lo que significa que la obstrucción no puede ser necesariamente evitada incluso si el procedimiento de eliminación de hollín por soplado consume una gran cantidad de vapor.

45 La patente norteamericana 4 718 376 describe un método que comprende el asignar los sopladores de hollín a cierto número de grupos, estando provisto cada soplador de hollín de un factor de peso que es un porcentaje del tiempo total de un ciclo de soplado de hollín y que determina el número de ciclos de soplado de hollín en el que participa el soplador de eliminación de hollín particular; un ciclo de soplado de hollín es el tiempo que tarda el procedimiento de soplado de hollín en cubrir toda la caldera de recuperación. El factor de peso se puede modificar utilizando datos medidos del procedimiento, tales como el incremento de pérdidas de corriente de aire y el factor de tiro. Sin embargo, el método no es necesariamente lo suficientemente rápido para evitar el atasco en alguna parte de la caldera de recuperación, ya que el ciclo de soplado de hollín tiene que proceder en un orden predeterminado antes que una parte concreta sea soplada para la eliminación del hollín; por lo tanto, habrá suficiente tiempo para que la ceniza se endurezca sobre la superficie de la caldera de recuperación, después de lo cual es imposible retirarla por soplado.

55 Un objetivo del presente invento es proporcionar un método de soplado de hollín y una disposición de soplado de hollín que permita evitar los inconvenientes mencionados anteriormente.

60 Este objetivo se logra por medio de un método de acuerdo con la reivindicación 1 y un aparato de acuerdo con la reivindicación 8. Se exponen desarrollos adicionales ventajosos en las reivindicaciones dependientes respectivas.

65 Un método de soplado de hollín de acuerdo con un aspecto del invento comprende los pasos de producir un índice de ensuciamiento para cada grupo de soplado de hollín de la caldera de recuperación, determinando intervalos de soplado de hollín de soplador de hollín específico, calcular los valores de frecuencia relativa de los grupos de soplado de hollín, seleccionar, para el soplado de hollín, el grupo de soplado de hollín y el soplador de hollín de manera que el soplado de hollín tenga lugar sustancialmente de acuerdo con los valores de frecuencia relativa y con los intervalos de soplado de hollín de soplador de hollín específico.

ES 2 272 576 T3

Un aparato de soplado de hollín de acuerdo con otro aspecto del invento comprende un aparato de control que está dispuesto para determinar intervalos de soplado de hollín de soplador de hollín específico, producir un índice de ensuciamiento para cada grupo de soplado de hollín y calcula los valores de frecuencia relativa para los grupos de soplado de hollín, seleccionar, para el soplado de hollín, el grupo de soplado de hollín y el soplador de hollín de manera que el soplado de hollín tenga lugar sustancialmente de acuerdo con los valores de frecuencia relativa y los intervalos de soplado de hollín de soplador de hollín específico.

La idea básica del invento comprende determinar los intervalos de soplado de hollín de soplador de hollín específico; producir un índice de ensuciamiento para cada grupo de soplado de hollín de la caldera de recuperación para describir la susceptibilidad al ensuciamiento de una parte de una caldera de recuperación particular y corregir el intervalo de soplado de hollín de los grupos de soplado de hollín utilizando el índice de ensuciamiento; calcular los valores de frecuencia relativa del grupo de soplado de hollín para describir la proporción relativa del tiempo de soplado de hollín de cada grupo de soplado de hollín a partir de la suma de los tiempos de soplado de hollín de todos los grupos de soplado de hollín de la caldera de recuperación particular; seleccionar, para el procedimiento de soplado de hollín, el grupo de soplado de hollín y el soplador de hollín de manera que el procedimiento de soplado de hollín tiene lugar sustancialmente de acuerdo con los valores de frecuencia relativa y con los intervalos de soplado de hollín del soplador de hollín específico. Además, la idea que subyace en una realización preferida comprende producir contadores de importancia para cada grupo de soplado de hollín, incrementándose el valor de los contadores de importancia en el valor de frecuencia relativa del grupo de soplado de hollín después de cada procedimiento de soplado de hollín, y, además, si el procedimiento de soplado de hollín ha tenido lugar en el propio grupo de soplado de hollín, se reduce el valor del contador de importancia en uno; seleccionando, para el procedimiento de soplado de hollín, el soplador de hollín cuyo tiempo de soplado de hollín, esto es el tiempo transcurrido desde el comienzo de su procedimiento de soplado de hollín anterior, que más exceda el intervalo de de soplado de hollín deseado o cuyo tiempo de soplado de hollín desde su procedimiento de soplado de hollín anterior se acerque más al intervalo de soplado de hollín calculado para el soplador de soplado particular, y cuyo soplador de hollín pertenece al grupo de soplado de hollín que tiene el valor de contador de importancia mayor. Además, la idea de una segunda realización preferida comprende corregir el intervalo de soplado de hollín del soplador de hollín aplicando el índice de ensuciamiento y la fórmula

$$\text{Intervalo de soplado de hollín} = \text{intervalo de puesta en marcha} - \text{índice de ensuciamiento} \times \text{corrección máxima}$$

Además, la idea de una tercera realización preferida comprende ajustar el intervalo de puesta en marcha de los sopladores de hollín de manera que el intervalo de soplado de hollín de los sopladores de hollín más importantes del grupo de soplado de hollín se vuelva más corto y que el intervalo de puesta en marcha de los sopladores de hollín menos importantes se vuelva más largo mientras que el tiempo total utilizado por el grupo de soplado de hollín permanece inalterado. La idea de otra cuarta realización preferida comprende determinar el índice de ensuciamiento por lógica confusa.

Una ventaja del invento es que permite que los recursos de de soplado de hollín sean dirigidos a puntos críticos en la caldera para un beneficio máximo. La caldera de recuperación es soplada para la eliminación de hollín tan uniformemente como sea posible, no dejando ninguna parte de la caldera de recuperación sin soplar durante demasiado tiempo, evitando de este modo que la ceniza se endurezca. Además, las condiciones en la caldera de recuperación permiten un consumo óptimo de vapor de soplado de hollín.

En la presente solicitud, la expresión “soplador de hollín” también puede referirse a un par de sopladores de hollín.

El invento se describirá con más detalle en los dibujos que se acompañan, en los que

la figura 1 muestra esquemáticamente una caldera de recuperación típica, parcialmente seccionada, a la que se aplican un método y un aparato del invento, y

la figura 2 muestra esquemáticamente una realización del método de soplado de hollín del invento.

La figura 1 muestra esquemáticamente una caldera de recuperación típica, 1 parcialmente seccionada, a la que se aplican un método y un aparato del invento. En la parte inferior de una cámara de combustión 2 se sitúa un lecho 3, que está dispuesto en ella cuando la caldera de recuperación está en operación. Las paredes de la cámara de combustión 2 están provistas de boquillas de licor 4 para suministrar a la caldera de recuperación licor negro para ser quemado, y toberas de aire 5 presentadas esquemáticamente en varias alturas distintas en la dirección vertical de la caldera de recuperación para suministrar y distribuir aire de combustión a la caldera de recuperación a través de las toberas de aire de una manera conocida en sí para asegurar una combustión tan efectiva como sea posible, provocando tan pocas emisiones dañinas como sea posible. La operación de la caldera de recuperación en sí, el suministro de licor y aire y la distribución de aire son conocidos generalmente en sí por un experto en la técnica; por lo tanto, al ser irrelevantes para el presente invento, no se describirán aquí con mayor detalle.

La cámara de combustión 2 es seguida por un pasaje de gas de chimenea 6, que recibe los gases de chimenea que fluyen fuera de la caldera de recuperación. Típicamente, el pasaje de gas de chimenea 6 comprende un primer pasaje situado después de la cámara de combustión de manera que el gas de chimenea que es descargado desde la cámara de

ES 2 272 576 T3

combustión fluye hacia abajo en la dirección vertical en el primer pasaje, y después hacia arriba. Típicamente, después del primer pasaje se proporciona un segundo pasaje vertical al que se suministran los gases de chimenea que fluyen desde el extremo inferior del primer pasaje, fluyendo ahora hacia arriba en la dirección vertical en el segundo pasaje. Típicamente, el pasaje de gas de chimenea 6 comprende además un tercer pasaje vertical situado después del segundo pasaje de manera que el gas de chimenea que fluye desde el segundo pasaje vuelve a fluir hacia abajo en la dirección vertical en el tercer pasaje. Después del tercer pasaje, el gas de chimenea sale, siendo típicamente tratado adicional. El flujo de gases de chimenea y el camino que recorren a través del procedimiento son conocidos en sí para el experto en la técnica; por lo tanto, no se describirán aquí con más detalle.

La parte superior de la cámara de combustión 2 comprende recalentadores 7, que están designados por números I a III. A los recalentadores se les dan generalmente ciertos nombres; en el caso mostrado en la figura, el número I es usualmente llamado un recalentador primario, el número II un recalentador secundario y el número III un recalentador terciario. Se asignan números consecutivos a los recalentadores debido a que cuando se va a producir un vapor recalentado, el vapor producido a partir de agua en los tubos de la caldera de recuperación es transportado a través de los recalentadores, calentándolo hasta una temperatura de varias centenas de grados. Para llevar a cabo esto de una manera deseada, el vapor es transportado hasta un recalentador primario situado en el gas de chimenea que tiene una temperatura menor, y después hasta un recalentador secundario y hasta un recalentador terciario y, finalmente, fuera del sistema para un uso adicional. El calor de los gases de chimenea es recuperado de este modo de la manera más eficiente posible cuando el gas de chimenea más caliente calienta el vapor en la última etapa mientras que el gas de chimenea que se está enfriando calienta el vapor que tiene una temperatura menor en los recalentadores secundario y primario. La figura muestra una vista lateral de los recalentadores, de manera que parece que sólo hubiera un sistema de tubo de recalentador. En la práctica, el recalentador comprende varios sistemas de tubos paralelos para hacer que los gases de chimenea fluyan entre el sistema de tubos, calentando los tubos. Similarmente, se pueden proporcionar varias unidades de supercalentadores paralelos en la dirección transversal de la caldera de recuperación. Todo esto es en general ampliamente conocido en sí, siendo obvio para un experto en la técnica; por lo tanto, no necesita ser descrito aquí con mayor detalle. El primer pasaje de gas de chimenea comprende un grupo de calderas K para calentar agua hasta vapor. El segundo pasaje de gas de chimenea y el tercer pasaje de gas de chimenea comprenden un miembro de recuperación de calor E, esto es un “economizador”, el cual, utilizando los gases de chimenea ya bastante enfriados, precalienta el agua a ser suministrada a la caldera de recuperación para mejorar las características de recuperación de calor. El uso de dichos economizadores y su posicionamiento en los pasajes de gas de chimenea son comunes y ampliamente conocidos en sí, siendo obvios para un experto en la técnica; por lo tanto, no será necesario describir esto aquí con mayor detalle. En el tercer pasaje de gas de chimenea, los gases de chimenea fluyen de nuevo hacia abajo en la dirección vertical, para ser retirados del extremo inferior del pasaje de gas de chimenea hasta el canal de descarga de una manera conocida en sí.

Típicamente con la forma de tubos de vapor largos o con canales de vapor, los sopladores de hollín 7 están dispuestos en conexión con las superficies de transferencia de calor, penetrando los sopladores de hollín en la cámara de combustión o pasaje de gas de chimenea desde las aberturas en la pared de la caldera, soplando continuamente vapor durante el soplado de hollín y retirada de él cuando se completa el soplado de hollín. En la presente solicitud, la expresión “soplador de hollín” se refiere o bien a un soplador de hollín único o a un par de sopladores de hollín en el que los sopladores de hollín están dispuestos para dirigirse uno contra otro en caras opuestas de la caldera de recuperación, sustancialmente en la misma línea. Los sopladores de hollín, los pares de soplador de hollín y su operación representan la tecnología anterior para un experto en la técnica; por lo tanto, no se describen con mayor detalle en la presente solicitud.

La operación de los sopladores de hollín 7 está basada en vapor, que se permite que sea soplado para la eliminación de hollín sobre la superficie a través de un soplador de hollín. Se ha de observar aquí que aunque en la presente solicitud se muestra el soplado de hollín para ser llevado a cabo utilizando vapor, el invento no está restringido a él, sino que la operación de los sopladores de hollín también se puede basar en otro principio, tal como el soplado de hollín acústico u otro principio que permita el soplado de hollín mientras se utiliza la caldera de recuperación.

Se disponen dieciocho sopladores de hollín 7 en conexión con el recalentador primario I, doce sopladores de hollín en conexión con el recalentador secundario II y dieciséis sopladores de hollín en conexión con el recalentador terciario III, se disponen veintidós sopladores de hollín sobre el grupo de calderas y un total de catorces sopladores de hollín en conexión con los calentadores. Naturalmente, la ubicación y número de sopladores de hollín 7 varían específicamente con la caldera; la caldera de recuperación mostrada en la figura 1 es sólo un ejemplo que muestra como se podrían posicionar los sopladores de hollín.

La caldera comprende un aparato de soplado de hollín que comprende, además de los sopladores de hollín 7, un aparato de control 8. El aparato de control 8 recibe información 9, por ejemplo sobre si la caldera de recuperación necesita ser soplada para la eliminación de hollín y sobre la operación y condición de los sopladores de hollín, siendo controlada la operación de los sopladores de hollín 7 por medio de información de control u órdenes 10 dadas por el aparato de control 8. La formación de la información de control de soplado de hollín 10 se describirá con mayor detalle en relación con la figura 2.

La figura 2 muestra esquemáticamente una realización del método de soplado de hollín del invento. La caldera de recuperación está dividida en grupos de soplado de hollín, por ejemplo en los siguientes seis grupos de soplado de hollín: EKO1 y EKO2, esto es un primer grupo de soplado de hollín de precalentador y un segundo grupo de soplado

ES 2 272 576 T3

de hollín de calentador; KP, esto es un grupo de soplado de hollín de grupo de calderas; TUL1, TUL2 y TUL3, esto es un grupo de soplado de hollín de recalentador primario, un grupo de soplado de hollín de recalentador secundario y un grupo de soplado de hollín de recalentador terciario. El número de grupos de soplado de hollín y la manera en la que son divididos en grupos puede diferir naturalmente del mostrado. En la práctica, es frecuente el número de puntos
5 de medida de dispositivos de medición que miden las condiciones de la caldera de recuperación, lo que determina el número de grupos de soplado de hollín. La figura 2 describe en profundidad sólo el primer grupo de soplado de hollín EKO1 de precalentador del aparato de control 8; el resto de los grupos de soplado de hollín EKO2, KP, TUL1, TUL2, TUL3 comprenden pasos de métodos similares.

En el paso 12, cada grupo de soplado de hollín EKO1, EKO2, KP, TUL1, TUL2, TUL3 está provisto de un índice de ensuciamiento L específico a la parte de caldera, esto es se producen los índices de ensuciamiento L_{EKO1} , L_{EKO2} , L_{KP} , L_{TUL1} , L_{TUL2} y L_{TUL3} . Cuando se produce el índice de ensuciamiento L, el factor de transferencia de calor de la parte de caldera, pérdidas de tiro, nivel de SO₂ temporal, temperatura de gas de chimenea después de los recalentadores, cambio a largo plazo del factor de transferencia de calor y cambio a largo plazo de la pérdida de tiro, por ejemplo, son
15 tenidos en cuenta, las variables medidas o calculadas que son designadas por los números 9a a 9n en la figura 2. Las variables son medidas y producidas de maneras conocidas en sí, de manera que no serán explicadas aquí con mayor detalle.

El índice de ensuciamiento L presenta la necesidad de soplado de hollín de la parte de caldera particular, siendo el intervalo de valores del índice de ensuciamiento [-1, +1] en la presente realización, en cuyo caso un índice de ensuciamiento 0 se refiere a una necesidad normal de soplado de hollín, un valor que se aproxima a +1 se refiere a una necesidad de soplado de hollín mayor de lo normal, y un valor que se aproxima a -1 se refiere a una necesidad de soplado de hollín más pequeña de lo normal. El aparato de control 8 calcula continuamente los índices de ensuciamiento a una frecuencia determinada de manera separada. El paso 12 de determinar el índice de ensuciamiento L se
25 implementa por un programa de cálculo basado, por ejemplo, en lógica confusa.

En paso 13 del método, los sopladores de hollín 7 que pertenecen a un grupo de soplado de hollín particular, su intervalo de puesta en marcha F, presión de vapor de soplado de hollín y velocidad de operación y posiblemente otra dicha información de esta clase son determinados para cada grupo de soplado de hollín. El intervalo de puesta en
30 marcha F se determina experimentalmente, fijado manualmente el tiempo entre dos puestas en marcha sucesivos de un soplador de hollín. El índice de ensuciamiento L específico de una parte de caldera, determinado en el cálculo 12 se utiliza para corregir el tiempo entre dos puestas en marcha consecutivas del soplador de hollín, aplicando la fórmula

$$N = F - L \times K_{\max},$$

en la que N = intervalo de soplado de hollín, que es el intervalo de puesta en marcha real del soplador de hollín que tiene lugar después de que todas las correcciones han sido realizadas por el aparato, esto es el tiempo entre dos puestas en marcha del soplador de hollín sucesivos del soplador de hollín, F = intervalo de puesta en marcha y K_{\max} = magnitud de corrección máxima, que se iguala ahora al valor máximo del índice de ensuciamiento L, esto es +1. El intervalo de soplado de hollín N, que no ha sido cambiado por el aparato de control 8, es de este modo tan largo como el intervalo de puesta en marcha F. El aparato de control 8 calcula continuamente el intervalo de soplado de hollín N de cada grupo de soplado de hollín a una frecuencia determinada separadamente.
40

En base al intervalo de soplado de hollín N, la determinación de grupo de soplado de hollín 13 y la eficiencia del soplador de hollín 17, la suma de los tiempos de soplado de hollín de los sopladores de hollín 7 que pertenecen a un grupo particular dentro de una unidad de tiempo dada, por ejemplo veinticuatro horas, se calcula para cada grupo de soplado de hollín en el paso 16. Además, en base a la suma de los tiempos de soplado de hollín de los sopladores de hollín 7 que pertenecen al grupo particular y las sumas de los tiempos de soplado de hollín de los sopladores de hollín 7 de todos los grupos de soplado de hollín, los valores de frecuencia relativa de los grupos de soplado de hollín son calculados en el paso 18 de la siguiente manera:
45

$$\text{Frek}_x = T_x / T_{\text{tot}},$$

en la que Frek_x = valor de frecuencia relativa del grupo de soplado de soplador X, T_x = tiempo de soplado de hollín del grupo de soplado de hollín X, y T_{tot} = suma de los tiempos de soplado de hollín de todos los grupos de soplado de hollín. El número de referencia 24 designa la información suministrada desde los grupos de soplado de hollín EKO2, KP, TUL1, TUL2, TUL3, formados de una manera similar a la información suministrada al mismo paso de método desde EKO1.
50

El tiempo de soplado de hollín T_x , es de este modo el tiempo transcurrido para recorrer los procedimientos de soplado de hollín de todos los sopladores de hollín 7 en el grupo de soplado de hollín particular. Por ejemplo, si el grupo de soplado de hollín comprende dos sopladores de hollín 7, uno de los cuales lleva a cabo el procedimiento de soplado de hollín cinco veces en veinticuatro horas y las otras tres veces en veinticuatro horas, siendo la duración de un procedimiento de soplado de hollín cinco minutos, el tiempo de soplado de hollín es $T_x = 40$ min. Si la suma T_{tot} de todos los tiempos de soplado de hollín es <24 h, habrá tiempo libre en un día para que sea dividido entre todos los procedimientos de soplado de hollín. El tiempo libre está dividido de manera que utilizando los retrasos de puesta en marcha de los
65

ES 2 272 576 T3

sopladores de hollín, el aparato de control 8 divide el tiempo libre uniformemente sobre las veinticuatro horas completas. El soplado de hollín se lleva a cabo de este modo uniformemente durante veinticuatro horas, no dejando ninguna parte de la caldera sin soplar durante demasiado tiempo, lo que significa que se evita que la ceniza se endurezca sobre las superficies de la caldera de recuperación. Cuando se ensucia la caldera, el tiempo libre decrece y los retrasos de puesta en marcha se hacen más cortos, dando lugar a un incremento del consumo de vapor; similarmente, cuando la caldera de recuperación resulta más limpia, los tiempos libres se incrementan y los retrasos de puesta en marcha se hacen más largos, dando lugar a una reducción en el consumo de vapor. Si la suma T_{tot} de todos los tiempos de soplado de hollín es >24 h, no hay tiempo libre en un día, ni los procedimientos de soplado de hollín tienen ningún retraso de puesta en marcha. En dicho caso, el tiempo de soplado de hollín se divide de manera que las relaciones mutuas entre los tiempos de soplado de hollín de los grupos de soplado de hollín, esto es $Frek_x$, permanecen inalterados, en otras palabras el perfil del procedimiento de soplado de hollín permanece inalterado. El perfil de soplado de hollín se determina en el paso 18.

Además, cada grupo de soplado de hollín comprende un contador de importancia 19, cuyo valor se incrementa aplicando una fórmula 20 en un valor que se ha de calcular después de cada procedimiento de soplado de hollín de la siguiente manera:

$$(nuevo\ valor)_x = (antiguo\ valor)_x + Frek_x$$

Además, si el procedimiento de soplado de hollín ha tenido lugar en un grupo de soplado de hollín propio, el valor del contador se reduce en una unidad. En el paso 22, el grupo de soplado de hollín cuyo contador de importancia 19 presenta el mayor valor es seleccionado del procedimiento de soplado de hollín.

Existen datos empíricos generales sobre con qué frecuencia han de ser sopladas las distintas partes de la caldera de recuperación y sobre el intervalo de puesta en marcha y el tiempo de operación de los sopladores de hollín 7. Basado en esta información, el tiempo de operación por unidad de tiempo, por ejemplo veinticuatro horas, y el intervalo de puesta en marcha F han sido prefijados manualmente para los sopladores de hollín 7 en el grupo de soplado de hollín en el paso 13. En base a la información de medida obtenida de la caldera de recuperación en el paso 12, tales como el factor de transferencia de calor, la pérdida de tiro, el nivel de SO_2 temporal, la temperatura de gas de chimenea, el factor de transferencia de calor y los cambios a largo plazo en la pérdida de tiro, el aparato de control 8 concluye si alguna parte de la caldera de recuperación empieza a estar sucia. Si es así, en una realización preferida del invento, el aparato de soplado de hollín se ajusta él mismo de manera que se les proporciona más capacidad a los sopladores de hollín en las partes de ensuciamiento de la caldera, en otras palabras se acorta el intervalo de soplado de hollín N de estos sopladores de hollín. Se toma capacidad de los sopladores de hollín 7 menos importantes del mismo grupo de soplado de hollín, esto es se incrementa el intervalo de soplado de hollín N de dichos sopladores de hollín. En otras palabras, el aparato de control 8 sigue continuamente la importancia de los sopladores de hollín 7 de los grupos de soplado de hollín de acuerdo con la eficiencia de limpieza y, en el paso 14, toma una decisión sobre el soplador de hollín 7 más importante de cada grupo de soplado de hollín. La eficiencia 17 de los sopladores de hollín también se tiene en cuenta. El aparato de control 8 ajusta los intervalos de puesta en marcha F fijados manualmente a los intervalos de soplado de hollín N de manera que el tiempo de soplado de hollín total tomado por el grupo de soplado de hollín permanece inalterado.

El cálculo 15 de la frecuencia del soplador de hollín 15 registra cada uno de los procedimientos de soplado de hollín del soplador de hollín y los puntos en el tiempo en los que se han realizado; esta información es utilizada para determinar el intervalo de soplado de hollín real del soplador de hollín.

El soplador de hollín más importante del grupo de soplado de hollín es seleccionado para el procedimiento de soplado de hollín. El soplador de hollín más importante es determinado en el paso 14 y es un soplador de hollín cuyo tiempo de soplado de hollín desde su soplado de hollín anterior haya excedido el intervalo de soplado de hollín N deseado. Si los intervalos de soplado de hollín N deseados no son excedidos, es puesto en uso el soplador de hollín 7 cuyo tiempo de soplado de hollín desde su soplado de hollín anterior más se acerque al intervalo de soplado de hollín N determinado.

La decisión sobre el soplador de hollín 7 a realizar el procedimiento de soplado de hollín es tomada en el paso 23 de método. La decisión está basada en la información recibida del paso 22, que determina el grupo de soplado de hollín más importante del paso 14 determinando el soplador de hollín 7 más importante del grupo de soplado de hollín. Teniendo en cuenta la decisión de soplado de hollín, se le da al soplador de hollín seleccionado una orden de soplado de hollín 10.

Si, basado en las medidas obtenidas de la caldera, el aparato de control 8 concluye que la caldera no está resultando contaminada sino que permanece limpia en el grupo de soplado de hollín de la caldera, el aparato de control comienza a aumentar el intervalo de soplado de hollín N hasta que la parte de caldera comienza a ensuciarse, en cuyo caso el proceso vuelve al paso de división de recursos descrito anteriormente. Esto permite evitar el consumo innecesario de vapor y de su energía calorífica durante el procedimiento de soplado de hollín.

Los dibujos y la descripción relacionada sólo están destinados a ilustrar la idea del invento. En sus detalles, el invento puede variar dentro del alcance de las reivindicaciones. Se pueden de este modo especificar sopladores de

ES 2 272 576 T3

hollín críticos particularmente importantes cuyas áreas de soplado de hollín estén particularmente atascadas fácilmente teniendo en cuenta la estructura de la caldera de recuperación. Dichas áreas incluyen por ejemplo puntos en los que la velocidad de flujo de los gases de chimenea disminuye o el flujo cambia su dirección. Normalmente, el procedimiento de soplado de hollín tiene lugar específicamente al soplador de hollín en intervalos uniformes, como se describe en relación con las figuras 1 y 2. En una situación crítica, los sopladores de hollín críticos de la parte de caldera son soplados para la eliminación de hollín, después de lo cual el proceso vuelve a su soplado de hollín normal. La especificación de los sopladores de hollín críticos puede ser cambiada cuando cambien las condiciones en la caldera de recuperación. El aparato también puede permitir un criterio de soplado de hollín en el que solamente los sopladores de hollín más importantes son utilizados para el procedimiento de soplado de hollín. El criterio de soplado de hollín es una actuación adicional, separada, del procedimiento de soplado de hollín, que es ignorado al hacer funcionar los grupos de soplado de hollín; ni el criterio de seguir el procedimiento de soplado de hollín afecta a los valores del contador de importancia 19. Después del soplado de hollín de criterio, el proceso vuelve al soplado de hollín normal. El intervalo del índice de ensuciamiento L , de la corrección máxima K_x y de la reducción de la unidad de contador de importancia en su propio grupo pueden diferir de los mostrado anteriormente. El invento también puede aplicarse a sólo algunos de los sopladores de hollín de la caldera de recuperación mientras que el control del resto de los sopladores de hollín de la caldera de recuperación operan de otra manera conocida. La unidad de control se puede implementar, por ejemplo, por medio de un ordenador personal, de lógica programable o de un sistema de automatización.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Un método de soplado de hollín para una caldera de recuperación (1), en el que los sopladores de hollín (7) de la caldera de recuperación (1) están divididos en grupos de soplado de hollín, produciendo un índice de ensuciamiento (L) para cada grupo de soplado de hollín de la caldera de recuperación (1), presentando dicho índice de ensuciamiento la necesidad de soplado de hollín de dicho grupo,

caracterizado por

10 determinar (12) intervalos de soplado de hollín (N) específicos de soplador de hollín que representan el tiempo entre dos puestas en marcha de soplador de hollín sucesivas de un soplador de hollín (7),

15 corregir (13) los intervalos de soplado de hollín (N) de cada grupo de soplado de hollín utilizando el índice de ensuciamiento (L),

20 calcular (18) los valores de frecuencia relativa de los grupos de soplado de hollín en los que un valor de frecuencia relativa representa la relación de un tiempo de soplado de hollín (Tx) de un grupo de soplado de hollín y una suma (Ttot) de los tiempos de soplado de hollín (Tx) de todos los grupos de soplado de hollín,

25 seleccionar (23), para el soplado de hollín, el grupo de soplado de hollín y el soplador de hollín (7) de manera que el soplado de hollín tiene lugar sustancialmente de acuerdo con los valores de frecuencia relativa y con los intervalos de soplado de hollín (N) específicos de soplador de hollín.

2. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1, **caracterizado por**

30 producir contadores de importancia (19) para cada grupo de soplado de hollín, siendo incrementado el valor de los contadores de importancia (19) en un número de unidades indicado por el valor de frecuencia relativa del grupo de soplado de hollín después de cada soplado de hollín, y, además, si el soplado de hollín ha tenido lugar en el propio grupo de soplado de hollín, reducir el valor del contador de importancia (19) en una unidad, y

seleccionar (23), para el soplado de hollín, el soplador de hollín (7) del grupo de soplado de hollín que tenga el mayor valor de contador de importancia.

35 3. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1, **caracterizado por** seleccionar (14), para el soplado de hollín, el soplador de hollín (7) cuyo tiempo transcurrido desde el comienzo de su soplado de hollín anterior más exceda el intervalo de soplado de hollín (N) determinado por dicho soplador de hollín (7) o cuyo tiempo transcurrido desde el comienzo de su soplado de hollín anterior se acerque más al intervalo de soplado de hollín (N) determinado para dicho soplador de hollín (7).

40 4. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1, **caracterizado por**

corregir (12) el tiempo entre dos puestas en marcha sucesivas de cada soplador de hollín (7), utilizando el factor de ensuciamiento (L) y la siguiente formula:

$$45 \quad N = F - L \times K_{\max},$$

50 en el que N = intervalo de soplado de hollín, F = intervalo de comienzo prefijado inicial y K_{\max} = magnitud de corrección máxima.

55 5. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1, **caracterizado por** ajustar el intervalo de puesta en marcha (F) de los sopladores de hollín (7) de manera que el intervalo de soplado de hollín (N) de los sopladores de hollín (7) más importantes en el grupo de soplado de hollín se hace más corto y el intervalo de soplado de hollín de los sopladores de hollín menos importantes (7) se hace más largo mientras que el tiempo total utilizado por el grupo de soplado de hollín permanece inalterado.

6. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1, **caracterizado por** determinar (12) el índice de ensuciamiento (L) por lógica borrosa.

60 7. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1, **caracterizado por**

determinar, para los sopladores de hollín (7), el tiempo libre restante de todos los procedimientos de soplado de hollín llevados a cabo por los sopladores de hollín (7),

65 dividir el tiempo libre determinado como retrasos de puesta en marcha de los sopladores de hollín (7) entre todos los procedimientos de soplado de hollín.

ES 2 272 576 T3

8. Un aparato de soplado de hollín para una caldera de recuperación (1), comprendiendo el aparato sopladores de hollín (7) dispuestos en grupos de soplado de hollín en la caldera de recuperación (1), teniendo cada grupo de soplado de hollín un índice de ensuciamiento (L), presentando dicho índice de ensuciamiento el soplado de hollín necesario de dicho grupo y un aparato de control (8), **caracterizado** porque el aparato de control (8) está dispuesto para

5

determinar (12) los intervalos (N) de soplado de hollín específicos de soplador de hollín que representan el tiempo entre dos comienzos de soplado de hollín sucesivos de un soplador de hollín (7),

10

corregir (13) los intervalos de soplado de hollín (N) de cada grupo de soplado de hollín utilizando el índice de ensuciamiento (L),

15

calcular (18) valores de frecuencia relativa para los grupos de soplado de hollín en los que el valor de frecuencia relativa representa la relación de un tiempo de soplado de hollín (Tx) de un grupo de soplador de hollín y una suma (Ttot) de los tiempos (Tx) de todos los grupos de soplado de hollín,

seleccionar (23), para el soplado de hollín, el grupo de soplado de hollín y el soplador de hollín (7) de manera que el soplado de hollín tenga lugar sustancialmente de acuerdo con los valores de frecuencia relativa y con los intervalos de soplado de hollín (N) específicos de soplador de hollín.

20

9. Un aparato de soplado de hollín como el reivindicado en la reivindicación 8, **caracterizado** porque el aparato de control (8) está dispuesto para

25

producir contadores de importancia (19) para cada grupo de soplado de hollín, siendo incrementado el valor de los contadores de importancia (19) en un número de unidades indicadas por el valor de frecuencia relativa del grupo de soplado de hollín después de cada soplado de hollín, y, además, si el soplado de hollín ha tenido lugar en el propio grupo de soplado de hollín, reducir el valor del contador de importancia (19) en una unidad, y para

30

seleccionar (23), para el soplado de hollín, el soplador de hollín (7) del grupo de soplado de hollín que tenga el valor de contador de importancia (19) más alto.

35

10. Un aparato de soplado de hollín como el reivindicado en la reivindicación 8, **caracterizado** porque el aparato de control (8) está dispuesto para

seleccionar, para el soplado de hollín, el soplador de hollín (7) cuyo tiempo transcurrido desde el comienzo de su soplado de hollín anterior más exceda el intervalo de soplado de hollín determinado para dicho soplador de hollín (7) o cuyo tiempo transcurrido desde el comienzo de su soplado de hollín anterior más se acerque al intervalo de soplado de hollín (N) determinado para dicho soplador de hollín.

40

11. Un aparato de soplado de hollín como el reivindicado en la reivindicación 8, **caracterizado** porque el aparato de control (8) comprende lógica confusa.

45

12. Un aparato de soplado de hollín como el reivindicado en la reivindicación 8, **caracterizado** porque el aparato de control (8) está dispuesto para

ajustar el intervalo de comienzo real de los sopladores de hollín (7) de manera que el intervalo de soplado de hollín de los sopladores de hollín (7) más importantes en el grupo de soplado de hollín se haga más corto y el intervalo de soplado de hollín de los sopladores hollín (7) menos importantes se haga más largo, mientras que el tiempo total utilizado por el grupo de soplado de hollín permanece inalterado.

50

55

60

65

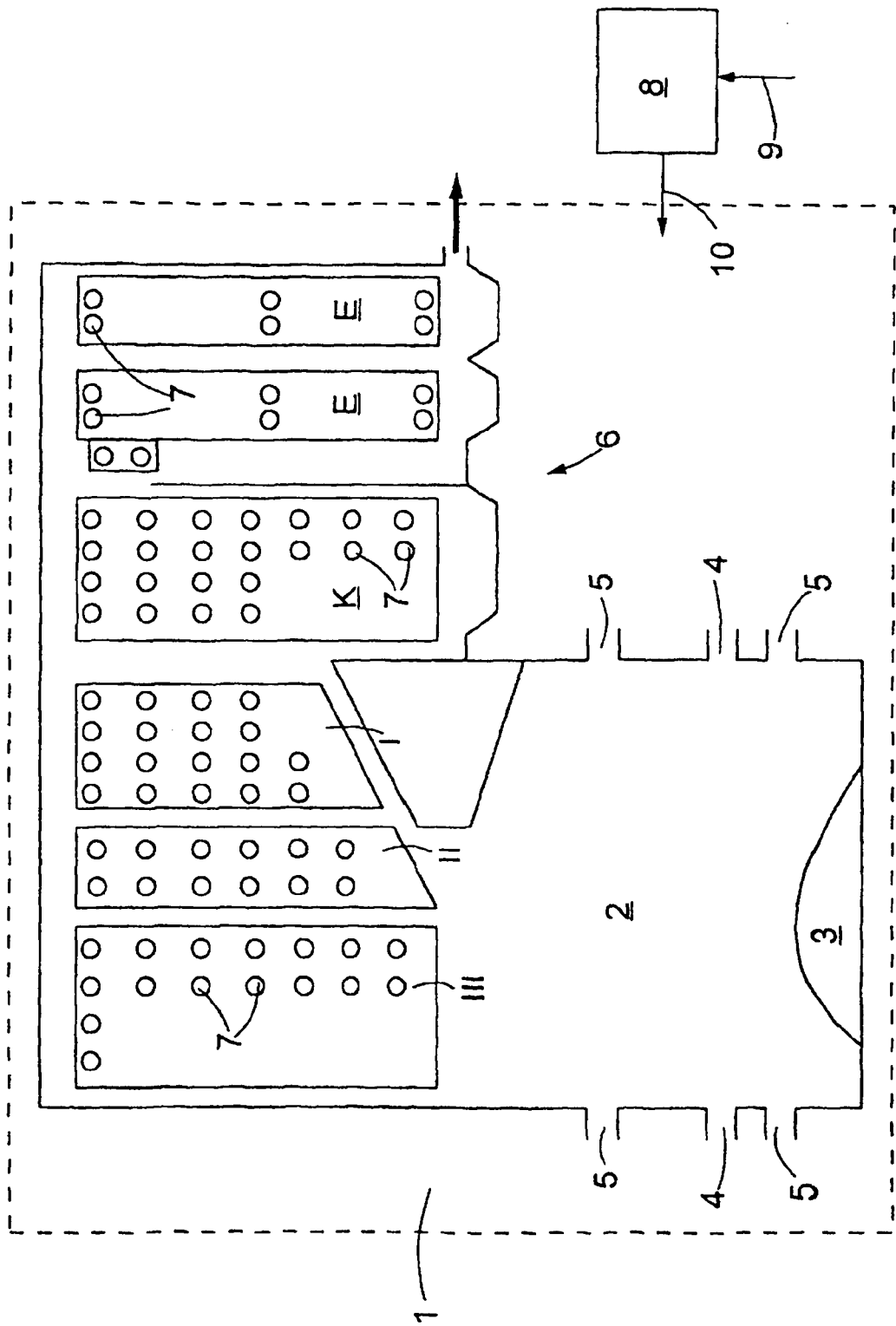


Fig. 1

