



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 222**

51 Int. Cl.:
F27D 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08760127 .4**

96 Fecha de presentación : **28.05.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2150763**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.02.2010**

54 Título: **Método y dispositivo para utilizar el calor transportado por un flujo de gas de escape discontinuo.**

30 Prioridad: **04.06.2007 DE 10 2007 025 978**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.08.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.08.2011

73 Titular/es: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es: **Garbe, Hanno;
Lengert, Jörg y
Matschullat, Thomas**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 364 222 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 dispositivo para utilizar el calor transportado por un flujo de gas de escape discontinuo

La presente invención hace referencia a un método y a un dispositivo para utilizar el calor transportado por un flujo de gas de escape discontinuo, de acuerdo con la reivindicación 1, o bien con la reivindicación 10.

5 En el caso de los hornos industriales, por ejemplo, en la industria del acero, se producen altas temperaturas en el gas de escape durante el funcionamiento, en particular en un proceso de fusión, por ejemplo, en un horno de arco eléctrico. La alta temperatura del gas de escape se descinde mediante enfriamiento en un conducto de gas de escape o bien, en un conducto de gas de combustión, mediante un circuito de enfriamiento por agua o bien, mediante la alimentación de agua adicional hacia el flujo másico del gas de escape, antes de que el gas de escape se suministre al ambiente circundante a través de un filtro. El enfriamiento para descender la temperatura del gas de escape resulta necesario para una instalación depuradora de gases de escape, dado que sólo con una determinada temperatura del gas de escape se puede lograr una acción depuradora efectiva. De esta manera, resulta una desventaja que para el funcionamiento del circuito de refrigeración se deba emplear energía eléctrica.

10 El calor extraído del flujo de gas de escape mediante el circuito de refrigeración permanece inutilizado, dado que el flujo de gas de escape que transporta calor es muy inestable. Debido al funcionamiento de la instalación, tanto el caudal como la temperatura del flujo de gas de escape son constantes sólo por fases. En las diferentes fases de funcionamiento sucesivas, el caudal y/o la temperatura pueden variar considerablemente. Por lo tanto, existe un flujo de gas de escape discontinuo en relación con el flujo calorífico, cuya energía calorífica transportada no puede ser utilizada simplemente por dispositivos técnicos convencionales, como por ejemplo, un intercambiador de calor.

15 De la patente DE 36 06 681 A1 se conoce un método para la recuperación y para el empleo a continuación de la energía del calor perdido mediante el empleo de, al menos, un intercambiador de calor primario a través del cual circula un medio líquido transmisor de calor, en el cual el calor perdido se almacena temporalmente a un nivel de temperatura elevado en un acumulador térmico de múltiples piezas, lleno de una sustancia sólida como medio de almacenamiento por el cual circula el medio transmisor de calor, y se extrae de manera continua de dicho acumulador térmico para su empleo posterior.

20 El objeto de la presente invención, que surge a partir de las desventajas del estado del arte, consiste en proporcionar un método y un dispositivo que convierte en energía útil el calor transportado en un flujo de gas de escape discontinuo.

25 Conforme a la presente invención, el objeto en relación con el método se resuelve en tanto que los valores iniciales para el caudal y la temperatura del flujo de gas de escape emitido por la instalación industrial se registran mediante medios de medición, y el flujo de gas de escape discontinuo se convierte en un flujo de trabajo continuo con valores objetivos constantes ajustables para el caudal y la temperatura, mediante una acción conjunta de los medios de medición y los medios de ajuste para el desvío o el suministro de un flujo parcial desde o hacia el flujo de gas de escape, en donde el calor transportado en el flujo de trabajo continuo se convierte en energía útil mecánica, eléctrica o térmica. Las variaciones de caudal y temperatura, en ocasiones elevadas, que se producen mediante un cambio de las fases de funcionamiento del horno, se igualan de manera tal que a continuación se pueda utilizar el calor transportado en el flujo de gas de escape. El flujo de trabajo continuo que existe después de la conversión, con un caudal y una temperatura prácticamente constantes, se puede emplear para una conversión de la energía calorífica transportada en otras formas de energía. Dichas relaciones y circunstancias definidas permiten, por ejemplo, un diseño óptimo de los dispositivos técnicos utilizados para la conversión de energía útil, por ejemplo, de un intercambiador de calor.

30 De acuerdo con un perfeccionamiento ventajoso del método conforme a la presente invención, durante una primera fase en la que el valor inicial del caudal es mayor que su valor objetivo, se evacua un flujo parcial del flujo de gas de escape. La magnitud del flujo parcial a evacuar, además de ajustarse al valor inicial para el caudal, también se ajusta de acuerdo con la temperatura del flujo de gas de escape en la respectiva fase de funcionamiento del horno. Es decir, que en una proporción preferentemente determinable, se evacua una fracción del flujo de gas de escape, excedente en relación con los valores objetivos para el flujo de trabajo. Por ejemplo, en el caso que el valor inicial para la temperatura ya sea igual a su valor objetivo, sólo se evacuará una fracción del caudal de manera tal que alcance su valor objetivo. En el caso que el valor inicial para la temperatura sea mayor que su valor objetivo, para alcanzar el valor objetivo del caudal se evacuará una fracción adicional del caudal además de la fracción ya evacuada. Dicha fracción adicional se admite nuevamente en una etapa posterior del método para el ajuste del valor objetivo de la temperatura, por ejemplo, como aire ambiente, y de esta manera se cumple con el valor objetivo del caudal.

35 Además, durante una segunda fase en la que el valor inicial del caudal es menor que su valor objetivo, se suministra de manera ventajosa un flujo parcial al flujo de gas de escape. La magnitud del flujo parcial a suministrar, además de

ajustarse al valor inicial para el caudal, también se ajusta preferentemente de acuerdo con la temperatura del flujo de gas de escape en la fase de funcionamiento del horno dominante del momento. Por ejemplo, en el caso que el valor inicial para la temperatura ya sea igual a su valor objetivo, sólo se suministrará una fracción al caudal de manera tal que alcance su valor objetivo. En el caso que el valor inicial para la temperatura sea mayor que su valor objetivo, se suministrará al caudal una fracción menor que la necesaria para alcanzar su valor objetivo. El caudal reducido a dicha fracción se admite nuevamente también en una etapa posterior del método, para el ajuste del valor objetivo de la temperatura, por ejemplo, como un caudal de aire frío. De esta manera, se pueden mantener los valores objetivos para el caudal y la temperatura en el flujo de trabajo.

En un acondicionamiento preferido del método conforme a la presente invención, al flujo de gas de escape se le suministra aire ambiente. El suministro de aire ambiente adicional se realiza después del suministro o de la evacuación del flujo parcial. El valor del caudal a suministrar de aire ambiente, preferentemente aire frío, como ya se ha descrito, se ajusta al valor de la temperatura inicial, y de esta manera se puede alcanzar la temperatura objetivo mediante una adición controlada de aire frío. Para el método se puede mejorar de manera ventajosa un dispositivo regulador que evalúa los valores iniciales que condicionan las fases de funcionamiento, y que se ocupa del cumplimiento de los valores objetivos.

En otro acondicionamiento ventajoso del método, el flujo parcial evacuado se conduce mediante un elemento de acumulación térmica, y además el calor transportado por el flujo parcial se transfiere al elemento. De esta manera, el calor transportado anteriormente mediante el caudal excedente se almacena convenientemente en el elemento de acumulación térmica, y se puede emplear para diferentes aplicaciones en la instalación industrial.

De manera ventajosa, esto se produce mediante el hecho de que el flujo parcial suministrado se conduce a través del elemento de acumulación térmica, y además el calor almacenado en el elemento se transfiere al flujo parcial. El calor transferido de esta manera al flujo parcial a suministrar, se emplea para alcanzar los valores objetivos. Es decir, que en la pluralidad de fases de funcionamiento del horno industrial, mediante el elemento de acumulación térmica se almacena el calor excedente o se entrega el calor necesario.

Conforme al método, también resulta ventajoso que los flujos parciales se conduzcan paralelamente mediante una pluralidad de elementos de acumulación térmica. Por ejemplo, debido a que una energía térmica elevada contenida en el flujo de gas de escape no puede ser recibida por un único elemento, dos elementos de acumulación térmica en una conexión en paralelo podrían recibir en cada caso una fracción de la energía térmica. Condicionadas por el diseño múltiple de los elementos de acumulación térmica, las dimensiones constructivas de cada elemento de acumulación térmica se mantienen reducidas. Alternativamente, se puede proveer un tercer elemento de acumulación térmica por razones de disponibilidad de manera que, por ejemplo, existan dos de tres opciones.

Para una preparación ventajosa de la energía útil, el calor transportado por el flujo de trabajo se transfiere a un medio de trabajo que acciona un convertidor de energía. Para la transferencia del calor transportado en el flujo de trabajo al medio de trabajo, se emplea un intercambiador de calor que mediante el medio de trabajo permite la conversión de la energía calorífica en energía mecánica o en energía de calefacción para un edificio.

Convenientemente, el medio de trabajo circula en un circuito cerrado, y acciona una turbina acoplada a un generador. De esta manera, la energía calorífica no utilizada hasta el momento de los flujos de gas de escape discontinuos se puede convertir, de manera ventajosa, en energía eléctrica.

El objeto en relación con el dispositivo se resuelve mediante un dispositivo para utilizar el calor transportado por un flujo de gas de escape discontinuo, en donde el flujo de gas de escape discontinuo se emite en fases respectivamente con valores iniciales constantes para el caudal y la temperatura de una instalación industrial, en particular un horno industrial. Dicho dispositivo comprende medios de medición para registrar los valores iniciales para el caudal y la temperatura del flujo de gas de escape emitido por la instalación industrial, medios de ajuste para el desvío o el suministro de un flujo parcial desde o hacia el flujo de gas de escape, en donde los medios de ajuste actúan junto con los medios de medición de manera tal que el flujo de gas de escape se convierta en un flujo de trabajo continuo con valores objetivos constantes para el caudal y la temperatura, y medios para la conversión del calor transportado en el flujo de trabajo continuo, en energía útil mecánica, eléctrica o térmica. Los medios de medición se encuentran dispuestos en el sentido de la circulación, antes de los medios de ajuste para la evacuación o para el suministro de un flujo parcial, y detectan los valores iniciales para el caudal y la temperatura del flujo de gas de escape discontinuo, y por lo tanto, registran qué fase de funcionamiento de la instalación industrial existen en el momento, o bien si existe un cambio de fase. Con los valores detectados se pueden controlar o regular los medios de ajuste, dependiendo de la fase, para lograr el flujo de gas de escape continuo, mediante un dispositivo regulador o de control, por ejemplo, una unidad de automatización.

Convencionalmente, los medios de ajuste se conforman de manera tal que durante una primera fase, en la que el valor inicial del caudal es mayor que su valor objetivo, se pueda evacuar un flujo parcial del flujo de gas de escape, y en donde durante una segunda fase, en la que el valor inicial del caudal es menor que su valor objetivo, se puede suministrar un flujo parcial al flujo de gas de escape. Además, los medios de ajuste se conforman preferentemente

como válvulas o cierres de mariposa controlables eléctricamente que se encuentran dispuestas en conductos o en chimeneas de gas de escape o en canales. Los medios de medición se diseñan, por ejemplo, como un sensor de temperatura y como un sensor de flujo, que se encuentran conectados con la unidad de automatización. Mediante un algoritmo de regulación implementado en la unidad de automatización, se pueden evaluar los valores de medición y la unidad de automatización puede transmitir los valores de ajuste correspondientes a los motores de ajuste asignados a las válvulas o cierres de mariposa, de manera tal que se puedan ajustar los valores objetivos para la temperatura y el caudal.

En un perfeccionamiento ventajoso, los medios de suministro para el suministro de aire ambiente al flujo de gas de escape se encuentran dispuestos aguas abajo en relación con los medios de ajuste. Mediante una mezcla controlada, por ejemplo, de aire frío en el flujo de gas de escape, se puede realizar preferentemente otro ajuste para el valor de la temperatura mediante los medios de ajuste. En el caso que, por ejemplo, la temperatura del flujo de gas de escape restante aún sea mayor que el valor objetivo del flujo de trabajo, dicha temperatura se puede llevar a su valor objetivo mediante la adición de aire frío, por ejemplo, mediante un compresor a motor dispuesto en un conducto de alimentación.

Convenientemente, el dispositivo presenta un elemento de acumulación térmica mediante el cual el flujo parcial evacuado del flujo de gas de escape se puede conducir para la emisión de calor, y el flujo parcial suministrado al flujo de gas de escape se puede conducir para la absorción de calor. El elemento de acumulación térmica es preferentemente un regenerador de carga a granel. Mediante dicho regenerador de carga a granel se puede almacenar temporalmente o bien, entregar nuevamente el calor de acuerdo a la necesidad.

En un perfeccionamiento ventajoso del dispositivo, los medios para la conversión se conforman como un intercambiador de calor con un medio de trabajo, con el cual se puede absorber continuamente calor del flujo de trabajo, y se puede suministrar a un convertidor de energía para la conversión del calor en energía útil. Mediante el intercambiador de calor, también denominado recuperador de calor, se produce preferentemente una transferencia de calor indirecta desde el flujo de trabajo hacia el medio de trabajo, en donde el flujo de gas de escape se encuentra separado del medio de trabajo espacialmente mediante una pared permeable al calor. De esta manera, se evita una mezcla del gas de escape con el medio de trabajo.

Convenientemente, el convertidor de energía se conforma como un generador accionado mediante una turbina, y el medio de trabajo se transporta en un circuito cerrado a través del intercambiador de calor y de la turbina. El medio de trabajo calentado de manera homogénea puede accionar ahora la turbina, y por consiguiente, el generador con la misma velocidad constante, de manera que se puedan evitar de manera ventajosa las variaciones de la velocidad durante la generación del flujo.

A continuación se explica en detalle un ejemplo de ejecución de la presente invención de acuerdo con los dibujos. De esta manera, muestran:

FIG. 1 una evolución cronológica de un flujo de gas de escape discontinuo de un horno de fundición en diferentes etapas de funcionamiento,

FIG. 2 un dispositivo para la conversión del flujo de gas de escape discontinuo en un flujo de gas de escape continuo para la producción de energía eléctrica,

FIG. 3 una representación básica de la evacuación de un flujo parcial del flujo de gas de escape discontinuo, y

FIG. 4 una representación básica del suministro de un flujo parcial al flujo de gas de escape discontinuo.

La fig. 1 muestra la evolución cronológica del caudal de un flujo de gas de escape discontinuo (a continuación se indica mediante 1 en referencia a la fig. 2), de la manera en que se puede desarrollar durante el funcionamiento de un horno de arco eléctrico en una fábrica de acero. En correspondencia con las diferentes fases de funcionamiento del horno, el flujo de gas de escape presenta en las fases de funcionamiento sucesivas entre sí P1 a P5, diferentes caudales y temperaturas del gas de escape que, sin embargo, son constantes durante una fase de funcionamiento.

Durante una primera fase de funcionamiento P1 se produce la sangría del acero líquido, y se rellena posteriormente una primera caja de recortes de metal. En dicha fase P1 que dura 11 min., el flujo de gas de escape 1 presenta un caudal \dot{V}_a de 33.000 m³/h y una temperatura T_a de 320 °C.

Durante la segunda fase de funcionamiento P2 a continuación, se produce un primer proceso de fundición, en donde el cambio a dicha segunda fase de funcionamiento P2 se nota mediante una variación repentina del caudal \dot{V}_a y de la temperatura T_a . En la segunda fase de funcionamiento P2, el flujo de gas de escape 1 presenta un caudal \dot{V}_a de 200.000m³/h y una temperatura T_a de 500 °C durante un periodo de 15 minutos.

A la segunda fase de funcionamiento P2 le sigue también, mediante una variación repentina del caudal \dot{V}_a y de la temperatura T_a , la tercera fase de funcionamiento P3 con una duración de 4 min., en la que se rellena una segunda caja de recortes de metal. Los valores iniciales del flujo de gas de escape 1 en relación con la temperatura T_a y el caudal \dot{V}_a corresponden a los de la primera fase de funcionamiento P1.

5 A la tercera fase de funcionamiento P3 le sigue, nuevamente mediante una variación repentina del caudal \dot{V}_a y de la temperatura T_a , la cuarta fase de funcionamiento P4 en la que se realiza la primera etapa de un segundo proceso de fundición. En la cuarta fase de funcionamiento P4, en un periodo de duración de 15 min. el flujo de gas de escape 1 presenta un caudal \dot{V}_a de 200.000 m³/h y una temperatura T_a de 600 °C.

10 Después del transcurso de la cuarta fase de funcionamiento P4, sigue nuevamente mediante una variación repentina, la quinta fase de funcionamiento P5 que corresponde a una segunda etapa del segundo proceso de fundición. El valor inicial del caudal \dot{V}_a en la quinta fase de funcionamiento P5 que dura 13 min. presenta un valor de 100.000m³/h ante una temperatura T_a de 600 °C.

15 Las cinco fases de funcionamiento P1 a P5, con valores iniciales constantes en cada fase para el caudal \dot{V}_a y la temperatura T_a , conforman el flujo de gas de escape 1 discontinuo. Conforme a la presente invención, el flujo de gas de escape discontinuo 1 se convierte en un flujo de trabajo continuo 2 (comp. fig. 2) con un valor objetivo aproximadamente constante para el caudal \dot{V}_z de 110.000 m³/h ante un valor objetivo de la temperatura T_z de 320°C. Con dichos valores objetivos constantes se produce energía eléctrica con la ayuda de un intercambiador de calor 15, como se describe en la fig. 2.

20 La fig. 2 muestra un dispositivo para la conversión del flujo de gas de escape 1 discontinuo existente en relación con sus valores iniciales para el caudal \dot{V}_a y la temperatura T_a en las diferentes fases de funcionamiento P1 a P5, en el flujo de trabajo continuo 2 con valores objetivos aproximadamente constantes para el caudal \dot{V}_z y la temperatura T_z .

25 El flujo de gas de escape 1 que abandona el horno se conduce a través de una entrada 40 de gas de escape conformada como un conducto, por los medios de medición 10 hasta los medios de ajuste 11. Los medios de medición 10 se conforman como un sensor de temperatura y como un sensor de flujo, y se disponen en la entrada de gas de escape 40. Los valores iniciales actuales para el caudal \dot{V}_a y la temperatura T_a se registran mediante los medios de medición 10, y se transmiten a una unidad de automatización 9, a través de un sistema de bus 9a. Mediante la unidad de automatización 9 se regulan los medios de ajuste 11, una primera válvula 12, una segunda válvula 13 y un compresor 14, dependiendo de los valores iniciales actuales para el caudal \dot{V}_a y la temperatura T_a , de manera tal que se pueda evacuar un flujo parcial desde el flujo de gas de escape 1, o que se pueda suministrar un flujo parcial al flujo de gas de escape 1. Los medios de ajuste 11 se encuentran conectados con la entrada de gas de escape 40, con una tubería 42 y los conductos 43, 44. La tubería 42 conduce desde los medios de ajuste 11 a un punto en donde la tubería 42 se conecta con los medios de suministro 16. Mediante los medios de suministro 16, se puede alimentar la tubería 42 con aire frío adicional mediante un compresor a motor. En un recorrido posterior de la tubería 42, se encuentran dispuestos otros medios de medición 10' para la detección de los valores objetivos para el caudal \dot{V}_z y la temperatura T_z del flujo de trabajo 2 presente en dicha porción de la tubería 42. Los medios de medición 10' se encuentran conectados a la unidad de automatización 9 a través del sistema de bus 9a, para la transmisión de los valores objetivos medidos para el caudal \dot{V}_z y la temperatura T_z . En la tubería 42 se encuentra dispuesto un intercambiador de calor 15, aguas abajo en relación con los medios de medición 10'.

30 Después del intercambiador de calor 15, la tubería 42 conduce a una conducción del gas de escape 47 con la que el flujo de trabajo 2 que presenta gas de escape, se suministra al lado de la entrada de un depurador de gas de combustión 32. El depurador de gas de combustión 32 se encuentra conectado del lado de la salida con un dispositivo de aspiración 31. El dispositivo de aspiración 31 se encuentra montado a continuación de una chimenea 33.

35 Los conductos 43 y 44 conectan los medios de ajuste 11 respectivamente con un lado de entrada de dos elementos de acumulación térmica 5, 6, en donde los conductos 43, 44 se utilizan para la transferencia del calor transportado del flujo parcial evacuado mediante los medios de ajuste 11, a través de los elementos de acumulación térmica 5 y 6. Para el suministro de un flujo parcial a los medios de ajuste 11, que después se conduce en el sentido contrario a través de los elementos de acumulación térmica 5, 6, también se emplean los conductos 43, 44.

40 Otros conductos 43', 44' conectan los lados de salida de los elementos de acumulación térmica 5, 6 con un conducto 45. El conducto 45 se conecta con un conducto de salida 46. El conducto de salida 46 presenta la primera válvula 12 y la segunda válvula 13, respectivamente a la izquierda y a la derecha del punto de conexión del conducto 45 con el conducto de salida 46.

Durante la conducción de un flujo parcial evacuado mediante los medios de ajuste 11, a través de los elementos de acumulación térmica 5, 6, la primera válvula 12 se encuentra en una posición cerrada y la segunda válvula 13 se

encuentra en una posición abierta. A través de la segunda válvula 13, se conduce el flujo parcial enfriado mediante la emisión de calor a los elementos de acumulación térmica 5, 6, hacia la conducción de gas de escape 47 mediante el conducto de salida 46 a través de un dispositivo de aspiración 30.

5 El suministro de aire ambiente al medio de ajuste 14 se produce mediante el compresor 14 que se encuentra dispuesto en un extremo del conducto de salida 46, antes de la primera válvula 12. Además, la primera válvula 12 se encuentra en una posición abierta y la segunda válvula 13 se encuentra en una posición cerrada.

10 El intercambiador de calor 15 se encuentra conectado con la tubería 42 para la transferencia de calor de la energía calorífica conducida con el flujo de trabajo 2 continuo, al intercambiador de calor 15. Antes de la emisión del calor en el intercambiador de calor 15, la temperatura T_z del flujo de trabajo 2 asciende a alrededor de 320 °C, que después de la emisión la temperatura restante asciende a alrededor de 100 °C.

Para la conversión de la energía calorífica en energía eléctrica, el intercambiador de calor 15 se conecta a un circuito cerrado 22. En el circuito cerrado 22 circula un medio de trabajo 23 que se calienta de manera homogénea mediante el intercambiador de calor 15 y el flujo de trabajo 2 ahora continuo. Por otra parte, el medio de trabajo 23 acciona una turbina 20 que se encuentra acoplada a un generador 21 para la generación del flujo.

15 El dispositivo de acuerdo con la fig. 2 está diseñado para convertir el flujo de gas de escape 1 presente de manera discontinua, descrito en la fig. 1, en un flujo de trabajo 2 continuo con valores objetivos aproximadamente constantes para el caudal \dot{V}_z y para la temperatura T_z .

20 En la zona 41 se extiende un canal de gas de escape, de acuerdo con el estado del arte, representado simbólicamente mediante dos líneas limitadoras, en la que el flujo de gas de escape 1 caliente se ha enfriado con el fin de ser suministrado a continuación de la depuración de gas de combustión 32 conectada sucesivamente. En dicho enfriamiento, hasta el momento no se ha utilizado la energía calorífica transportada en el flujo de gas de escape 1.

25 Con el dispositivo conforme a la presente invención, se reemplaza de manera ventajosa el canal de gas de escape 41 de hasta el momento, o se reduce esencialmente en sus dimensiones espaciales. Los costes del agua de enfriamiento de hasta el momento, por ejemplo, para el tratamiento del agua, también se evitan en el caso del funcionamiento de una torre de refrigeración.

30 Cuando se emplean regeneradores de carga a granel para los elementos de acumulación térmica 5, 6, dichos regeneradores se pueden utilizar además, de manera ventajosa, como filtros de polvo. En una reducción del contenido de polvo del flujo de gas de escape 1, de acuerdo con las circunstancias, se puede renunciar incluso al depurador de gas de combustión 32 conectado a continuación. Por consiguiente, las instalaciones depuradoras de gas de combustión de hasta el momento se pueden desconectar completamente, o bien sólo en una zona de carga parcial para una extracción fina de polvo posterior conectada a continuación.

35 En el caso de los generadores de carga a granel, el polvo recogido durante el funcionamiento se puede descargar a través de la recirculación de la carga a granel mediante los dispositivos de depuración 5a, 6a. Dado que el depósito de polvo se deposita en los primeros 5 a 10 cm de un lecho de carga a granel, para la depuración sólo se libera de los depósitos de polvo dicha capa inferior. El montaje de un enrejado adicional, con una distancia de 5 a 10 cm desde el fondo del regenerador de carga a granel, evita que la carga a granel restante del regenerador de carga a granel descienda a la zona inferior durante una depuración. Una recirculación de la carga a granel para la depuración se puede realizar mediante aire comprimido.

40 Mediante las figuras 3 y 4 se explica el principio básico de la evacuación y del suministro del flujo parcial desde o hacia un flujo de gas de escape 1. Mediante los medios de medición 10 se registran los valores iniciales para el caudal \dot{V}_a y para la temperatura T_a . Para el caso en que el valor inicial actual del caudal \dot{V}_a sea mayor que el valor objetivo del caudal \dot{V}_z al que se aspira, como es el caso en la fase de funcionamiento P2 de acuerdo con la fig. 1, se evacua un flujo parcial 3 del flujo de gas de escape 1 de manera que el caudal restante del flujo de gas de escape 1' corresponda aproximadamente al valor objetivo \dot{V}_z . El flujo parcial 3 evacuado se conduce a través del elemento de
45 acumulación térmica 5 para la entrega de calor al elemento 5. El flujo parcial 3' enfriado de manera correspondiente, se transporta hacia el exterior del elemento de acumulación térmica 5.

50 El caudal en el flujo parcial 3 a evacuar, además de ajustarse al valor inicial para el caudal \dot{V}_a , también se ajusta de acuerdo con el valor inicial de la temperatura T_a del flujo de gas de escape 1 en las diferentes fases de funcionamiento del horno. En el caso que el valor inicial para la temperatura T_a ya sea igual a su valor objetivo T_z , sólo se evacuará una cantidad del flujo de gas de escape 1 de manera tal que alcance el valor objetivo para el caudal \dot{V}_z . En el caso que el valor inicial para la temperatura T_a sea mayor que su valor objetivo T_z , para alcanzar el

valor objetivo del caudal \dot{V}_z se evacuará una fracción adicional del caudal del flujo de gas de escape 1, además de la fracción ya evacuada. Dicha fracción adicional se agrega nuevamente al flujo de gas de escape 1' a través de los medios de suministro 16, para el ajuste del valor objetivo para la temperatura T_z . De esta manera, se cumple con el valor objetivo del caudal \dot{V}_z en el flujo de trabajo 2. Los valores objetivos se detectan después de los medios de suministro 16, mediante los medios de medición 10'.

Para el caso en que el valor inicial del caudal \dot{V}_a sea menor que el valor objetivo del caudal \dot{V}_z , se debe suministrar al flujo de gas de escape 1 un flujo parcial 4 mediante los medios de ajuste 11, que se observa en la fig. 4. Para alcanzar la magnitud de objetivo \dot{V}_z del flujo de trabajo 2, se suministra al flujo de gas de escape 1 un flujo parcial 4 conducido a través del elemento de acumulación térmica 5, mediante los medios de ajuste 11. El flujo parcial 4' menor por su temperatura, que se extrae del aire ambiente, durante el paso a través del elemento de acumulación térmica 5 se convierte en un flujo parcial 4 con una temperatura más elevada. Dicho calor adicional transportado por el flujo parcial 4 se suministra al flujo de gas de escape 1 para lograr la temperatura objetivo T_z , de manera que la suma del flujo parcial 4 y el flujo de gas de escape 1 corresponda al siguiente flujo de gas de escape 1' con valores objetivos alcanzados aproximadamente para el caudal \dot{V}_z y la temperatura T_z .

En este caso, también resulta válido lo siguiente: en el caso que el valor inicial para la temperatura T_a ya sea igual a su valor objetivo T_z , sólo se suministrará al flujo de gas de escape 1 una cantidad del caudal de manera tal que alcance el valor objetivo para el caudal \dot{V}_z . Sin embargo, esto presupone que la temperatura del flujo parcial 4 suministrado presenta la temperatura T_z del valor objetivo. En el caso que el valor inicial para la temperatura T_a sea mayor que su valor objetivo T_z , mediante los medios de ajuste 11 se suministrará al flujo de gas de escape 1 un caudal menor que el necesario para alcanzar el valor objetivo para el caudal \dot{V}_z . El caudal reducido a dicha fracción del flujo de gas de escape 1' se agrega nuevamente como aire frío a través de los medios de suministro 16 para alcanzar el valor objetivo para la temperatura T_z . De esta manera, se pueden ajustar los valores objetivos para el caudal \dot{V}_a y la temperatura T_z en el flujo de trabajo. Según la temperatura a disposición en el flujo parcial 4 suministrado, la temperatura objetivo T_z se ajusta mediante el suministro correspondiente de aire frío a través de los medios de suministro 16, en donde los caudales del flujo de gas de escape 1, junto con el flujo parcial 4 y el flujo de aire frío dan como resultado el valor objetivo \dot{V}_z . También puede suceder que la temperatura T_a del flujo de gas de escape 1 exceda esencialmente la temperatura objetivo T_z , en este caso no resulta necesario suministrar el flujo parcial 4. Por lo tanto, los valores objetivos para la temperatura T_z y el caudal \dot{V}_z se pueden alcanzar sólo mediante la adición de aire frío a través de los medios de suministro 16.

Otros conceptos esenciales para la presente invención, son los siguientes: Para garantizar un funcionamiento continuo de la turbina 20 y del generador 21, además de ambos regeneradores de carga a granel 5, 6 accionados paralelamente, se puede proporcionar un tercer regenerador de carga a granel como un regenerador de reserva. Para el caso en que falle un regenerador de carga a granel, se puede conectar adicionalmente el regenerador de reserva prácticamente de manera ininterrumpida, y se garantiza la conversión a un flujo de gas de escape continuo, y por consiguiente, también una generación continua de flujo.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Método para utilizar el calor transportado por un flujo (1) de gas de escape discontinuo, en donde el flujo (1) de gas de escape discontinuo se emite en fases (P1, P2, P3, P4, P5) respectivamente con valores iniciales constantes (\dot{V}_a , T_a) para el caudal y la temperatura de una instalación industrial, en particular un horno industrial, en donde los valores iniciales se registran mediante medios de medición, en donde el flujo (1) de gas de escape discontinuo se convierte en un flujo (2) de trabajo continuo con valores objetivos constantes ajustables (\dot{V}_z , T_z) para el caudal y la temperatura, mediante una acción conjunta de los medios de medición con los medios de ajuste para el desvío o el suministro de un flujo parcial desde o hacia el flujo de gas de escape, y en donde el calor transportado en el flujo de trabajo (2) continuo se convierte en energía útil mecánica, eléctrica o térmica.
- 10 **2.** Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde durante una primera fase (P2, P4), en la que el valor inicial (\dot{V}_a) del caudal es mayor que su valor objetivo (\dot{V}_z), se evacua un flujo parcial (3, 3') del flujo de gas de escape (1).
- 3.** Método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en donde durante una segunda fase (P1, P3, P5), en la que el valor inicial (\dot{V}_a) del caudal es menor que su valor objetivo (\dot{V}_z), se suministra un flujo parcial (4, 4') al flujo de gas de escape (1).
- 15 **4.** Método de acuerdo con la reivindicación 2 ó 3, en donde se suministra aire ambiente al flujo (1) de gas de escape.
- 5.** Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 4, en donde el flujo parcial (3) evacuado se conduce mediante un elemento de acumulación térmica (5), y además el calor transportado por el flujo parcial (3) se transfiere al elemento (5).
- 20 **6.** Método de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el flujo parcial (4') suministrado se conduce a través del elemento de acumulación térmica (5), y además el calor almacenado en el elemento (5) se transfiere al flujo parcial (4').
- 7.** Método de acuerdo con la reivindicación 5 ó 6, en donde los flujos parciales (3, 3', 4, 4') se conducen paralelamente mediante una pluralidad de elementos de acumulación térmica (5, 6).
- 25 **8.** Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el calor transportado por el flujo de trabajo (2) se transfiere a un medio de trabajo (23) que acciona un convertidor de energía.
- 9.** Método de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el medio de trabajo (23) circula en un circuito cerrado (22), y acciona una turbina (20) acoplada a un generador (21).
- 30 **10.** Dispositivo para utilizar el calor transportado por un flujo (1) de gas de escape discontinuo, en donde el flujo (1) de gas de escape discontinuo se emite en fases (P1, P2, P3, P4, P5) respectivamente con valores iniciales constantes (\dot{V}_a , T_a) para el caudal y la temperatura de una instalación industrial, en particular un horno industrial, que comprende medios de medición (10) para registrar los valores iniciales (\dot{V}_a , T_a) para el caudal y la temperatura del flujo de gas de escape (1) emitido por la instalación industrial, medios de ajuste (11) para el desvío o el suministro de un flujo parcial (3, 4) desde o hacia el flujo de gas de escape (1), en donde los medios de ajuste (11) actúan junto con los medios de medición (10) de manera tal que el flujo de gas de escape (1) se convierta en un flujo
- 35 de trabajo continuo (2) con valores objetivos constantes (\dot{V}_z , T_z) para el caudal y la temperatura, y medios para la conversión del calor transportado en el flujo de trabajo (2) continuo, en energía útil mecánica, eléctrica o térmica.
- 11.** Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10, en donde los medios de ajuste (11) se conforman de manera tal que durante una primera fase (P2, P4), en la que el valor inicial (\dot{V}_a) del caudal es mayor que su valor objetivo (\dot{V}_z), se pueda evacuar un flujo parcial (3, 3') del flujo de gas de escape (1), y en donde durante una segunda fase (P1,
- 40 P3, P5), en la que el valor inicial (\dot{V}_a) del caudal es menor que su valor objetivo (\dot{V}_z), se puede suministrar un flujo parcial (4, 4') al flujo de gas de escape (1).
- 12.** Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 11, en donde los medios de suministro (16) para el suministro de aire ambiente al flujo de gas de escape (1') se encuentran dispuestos aguas abajo en relación con los medios de ajuste (11).
- 45 **13.** Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 11 ó 12, que presenta un elemento de acumulación térmica (5, 6) mediante el cual el flujo parcial (3) evacuado del flujo de gas de escape (1) se puede conducir para la emisión de calor, y el flujo parcial (4') que se suministra al flujo de gas de escape (1) se puede conducir para la absorción de calor.

- 14.** Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 13, en donde los medios para la conversión presentan un intercambiador de calor (15) con un medio de trabajo (23), con el cual se puede absorber continuamente calor del flujo de trabajo (2), y se puede suministrar a un convertidor de energía para la conversión del calor en energía útil.
- 5 **15.** Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el convertidor de energía se conforma como un generador (21) accionado mediante una turbina (20), y el medio de trabajo (23) se transporta en un circuito cerrado (22) a través del intercambiador de calor (15) y de la turbina (20).

FIG 1

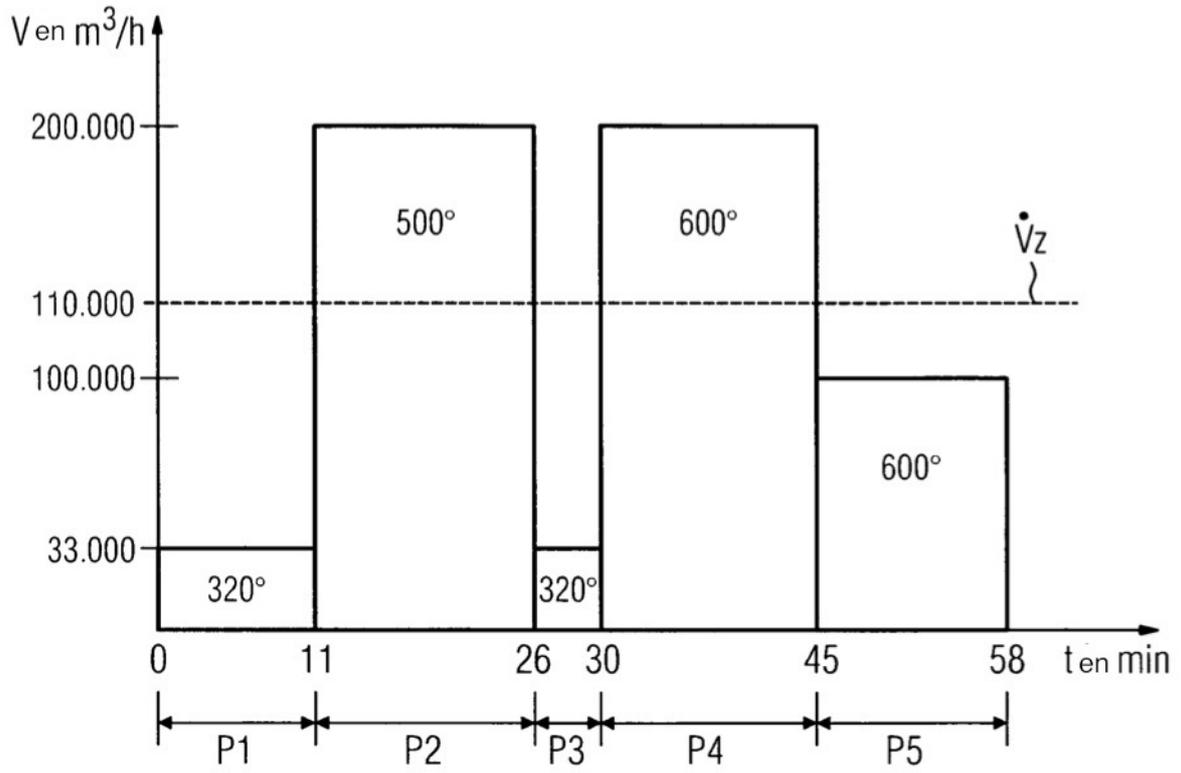


FIG 2

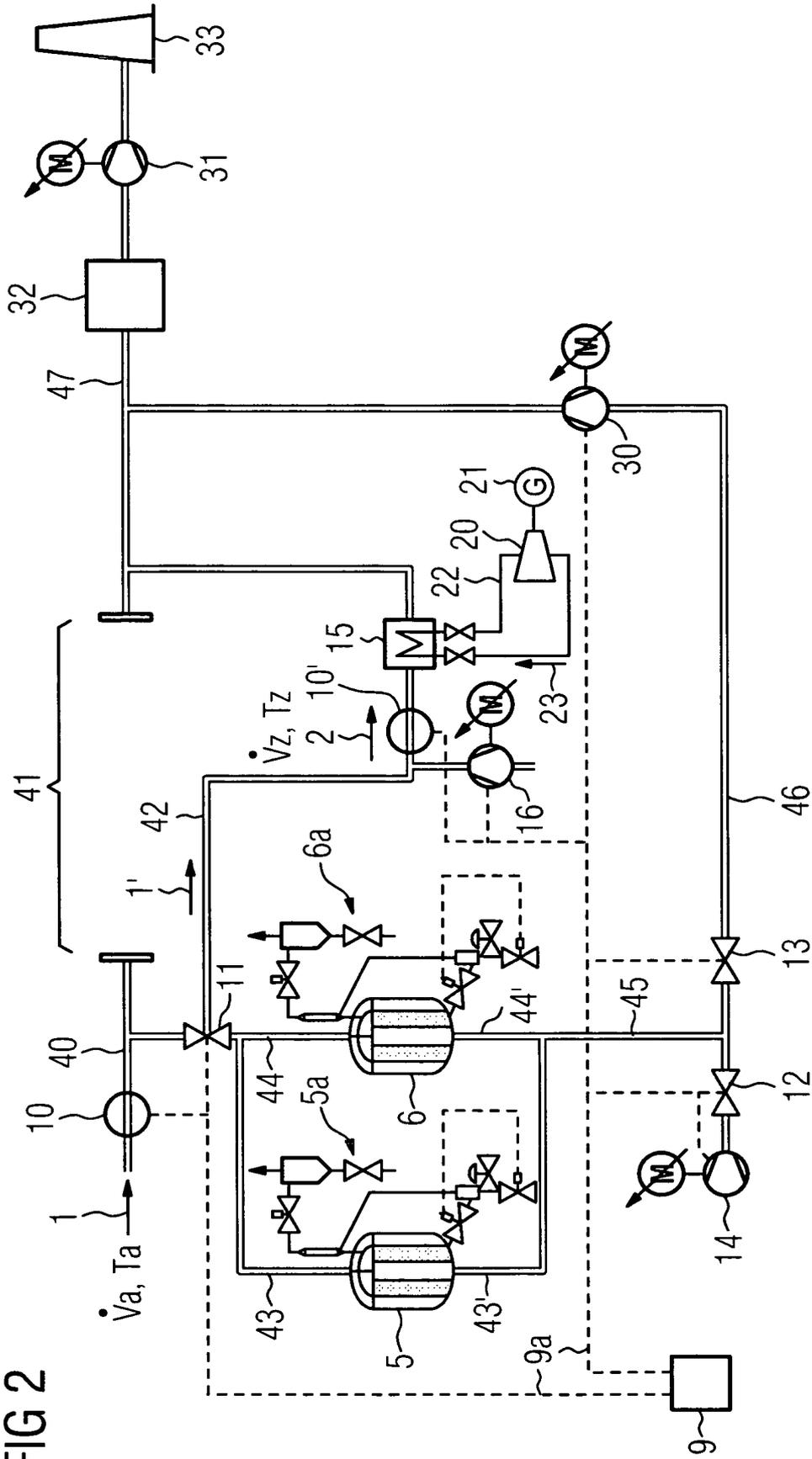


FIG 3

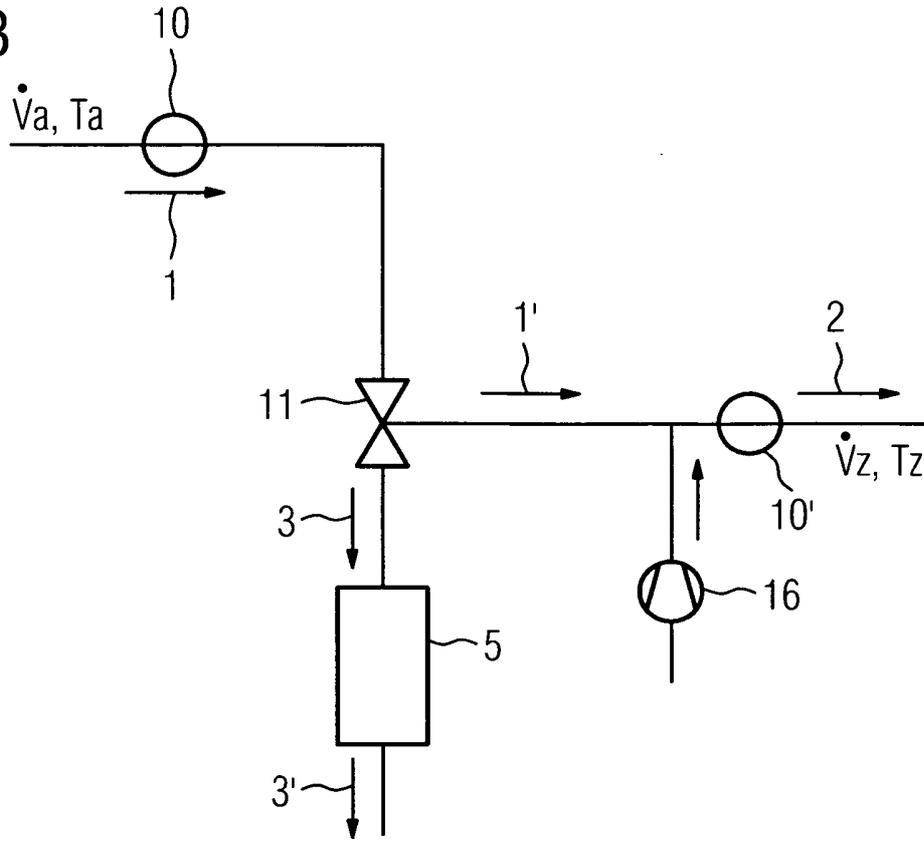


FIG 4

