

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 742**

51 Int. Cl.:

C21B 5/06 (2006.01)

C21B 7/00 (2006.01)

F27B 1/16 (2006.01)

F27B 1/26 (2006.01)

F27D 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.06.2008 E 08761112 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.01.2015 EP 2171101**

54 Título: **Horno de cuba y procedimiento para operar un horno de cuba**

30 Prioridad:

26.06.2007 DE 102007029629

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

28.04.2015

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP AT.PRO TEC GMBH (100.0%)
ALTENDORFER STRASSE 120
45143 ESSEN, DE**

72 Inventor/es:

**KÖNIG, GERD;
KÖNIG, WOLFRAM;
BABICH, ALEXANDER;
SENK, DIETER GEORG;
GUDENAU, HEINRICH-WILHELM y
HELDT, HANS-HEINRICH**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 534 742 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

Horno de cuba y procedimiento para operar un horno de cuba

5 La invención se refiere a un horno de cuba y a un procedimiento para operar un horno de cuba que, por ejemplo, se puede utilizar como un alto horno, un horno de cúpula, un horno de fusión imperial o un horno de incineración de basuras.

10 Para la producción de masa fundida primaria de hierro se utiliza principalmente un horno de cuba configurado como alto horno como unidad principal, teniendo otros procedimientos sólo una parte correspondiente de sólo aproximadamente un 5 %. Este horno de cuba puede funcionar según el principio de contracorriente. Materias primas como lecho de fusión y coque se cargan en la zona superior del horno de cuba del tragante y descienden en el horno de cuba hacia abajo. En una zona inferior del horno (nivel de molde de soplado) se introduce mediante soplado un gas de tratamiento (el denominado viento en cada caso con un volumen de 800-1 100 m³/tRE según el tamaño del horno) a través de moldes de soplado en el horno. A este respecto, el viento, en cuyo caso se trata habitualmente de aire calentado previamente en calentadores de viento hasta aproximadamente 1000 a 1300 °C, reacciona con el coque, generándose, entre otras cosas, monóxido de carbono. El monóxido de carbono sube en el horno y reduce los óxidos de hierro contenidos en el lecho de fusión y compuestos de hierro adicionales.

15 20 Además, habitualmente se introducen conjuntamente mediante soplado agentes reductores de sustitución con, por ejemplo, 100-200 kg/tRE (por ejemplo, carbonilla, aceite, gas natural o plástico) en el horno, lo que requiere la generación de gas de reducción.

25 Adicionalmente a la reducción de los minerales de hierro, las materias primas se derriten debido al calor generado en los procesos químicos que se producen en el horno de cuba. Sin embargo, la distribución de gas por la sección transversal del horno de cuba no es uniforme. Así, en el centro del horno de cuba se forma el denominado "hombre muerto", mientras que los procesos relevantes tal como la gasificación (reacción de oxígeno con coque o agentes reductores de sustitución para dar monóxido de carbono y dióxido de carbono) sólo se realizan en la denominada zona de remolino que es una zona por delante de un molde de soplado, esto es, que con respecto a la sección transversal del horno sólo está situada en una zona de borde. La zona de remolino tiene una profundidad hasta el centro de horno de aproximadamente 1 m y un volumen de aproximadamente 1,5 m³. Habitualmente están dispuestos en el nivel de molde de soplado varios moldes de soplado por la circunferencia de modo que la zona de remolino formada por delante de cada molde de soplado se solapa con las zonas de remolino formadas a la izquierda y a la derecha o se sitúan en proximidad unas de otras de modo que la zona activa se da fundamentalmente mediante una zona en forma de anillo circular. En la operación del horno de cuba se forma la denominada "raceway" o zona de remolino.

35 40 Además, el viento caliente se puede enriquecer habitualmente con oxígeno para intensificar los procesos que se acaban de describir (la gasificación en la zona de remolino, la reducción de los minerales de hierro), lo que conduce a un aumento del rendimiento del horno de cuba. A este respecto, por ejemplo, el viento caliente se puede enriquecer con oxígeno antes de la introducción, o también se puede alimentar oxígeno puro, pudiendo preverse para la alimentación independiente una denominada lanza, es decir, un tubo que, por ejemplo, se extiende dentro del molde de soplado, que también es una parte tubular, y desemboca dentro del molde de soplado en el horno. En particular en el caso de hornos altos modernos que se operan con una tasa de coque baja, el viento caliente se enriquece con un grado correspondientemente alto de oxígeno. Por otro lado, mediante la adición de oxígeno aumentan los costes de producción de modo que la eficacia de un horno de cuba moderno no se puede aumentar simplemente mediante una concentración de oxígeno aumentada correspondientemente cada vez más.

45 50 Además, es conocido que la eficacia, esto es, el rendimiento de un horno de cuba moderno, está correlacionada con la denominada gasificación en el horno de cuba. Esto se refiere en general a cómo de bien funciona la gasificación en la zona de remolino, la reducción de los minerales de hierro y, en general, el paso de la fase gaseosa que existe en el horno de cuba desde el nivel de molde de soplado hacia arriba hasta el tragante, donde se evacua entonces el denominado gas de alto horno. Un indicio de una gasificación mejor es, por ejemplo, una pérdida de presión lo menor posible en el horno.

55 60 Por el documento WO 2007/054308 A2 es conocido operar un horno de cuba configurado de manera correspondiente de modo que el gas de tratamiento introducido en la zona inferior del alto horno se pulsa en intervalos temporales breves. La presión y/o el caudal del gas de tratamiento se varían dentro de un intervalo de tiempo inferior a 40s, por lo que se mejora la gasificación del horno de cuba y, con ello, la eficacia del horno de cuba. Además, el gas de tratamiento se puede ramificar antes de la introducción con diferentes presiones a los moldes de soplado diferentes en el nivel de molde de soplado para poder ajustar diferentes condiciones marginales en diferentes sectores del nivel de molde de soplado.

65 Sin embargo, existe una necesidad constante de mejorar adicionalmente la eficacia del horno de cuba.

El objetivo de la invención es crear un procedimiento y un horno de cuba con una eficacia mejorada.

La solución para el objetivo se realiza según la invención mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1 y un horno de cuba con las características de la reivindicación 10. Configuraciones ventajosas de la invención se indican en las reivindicaciones dependientes.

En el procedimiento según la invención para operar un horno de cuba se carga una zona superior del horno de cuba con materias primas que bajo la influencia de la gravedad descienden en el horno de cuba. Una parte de las materias primas se funde y/o se reduce al menos en parte bajo el efecto de la atmósfera que existe dentro del horno de cuba. En una zona inferior del horno de cuba se introduce a través de al menos una abertura de introducción inferior un gas de tratamiento que influye al menos en parte en la atmósfera que existe dentro del horno de cuba. La introducción del gas de tratamiento inferior se modula de manera dinámica de modo que, en caso de la modulación, las variables de operación, la presión p_1 y/o el caudal \dot{V}_1 , se varían al menos temporalmente dentro de un intervalo de tiempo de ≤ 40 s, en particular de ≤ 20 s, preferiblemente de ≤ 5 s y, de manera especialmente preferible, de ≤ 1 s. Según la invención se introduce a través de al menos una abertura adicional separada de la abertura de introducción inferior un gas agregado, cuyas variables de operación, la presión p_2 y/o el caudal \dot{V}_2 , se varían al menos temporalmente. La variación de las variables de operación del gas agregado y/o del gas de alto horno se realiza según la invención de modo que, en el interior del horno de cuba, la presión p_1 y/o el caudal \dot{V}_1 aumentan al menos en parte. Para una separación d entre la abertura de introducción inferior y la abertura adicional con respecto a una altura h entre la abertura de introducción inferior y una abertura de salida superior del horno de cuba es válido $0,1 \leq d/h \leq 1,0$. Preferiblemente se introduce un gas de alto horno a través de un conducto de gas de alto horno conectado con el interior del horno de cuba para la evacuación de productos de reacción gaseosos, cuyas variables de operación, la presión p_3 y/o el caudal \dot{V}_3 , se varían al menos temporalmente. Por ejemplo, dentro del horno de cuba, las presiones p_1 y p_2 y/o los caudales \dot{V}_1 y \dot{V}_2 se pueden sumar al menos en parte. En particular se suman las partes del desarrollo de presión de las presiones p_1 y p_2 y/o del desarrollo de caudal de los caudales \dot{V}_1 y \dot{V}_2 situadas por encima de un valor medio y/o valor base. De manera correspondiente, por ejemplo, cuando el conducto de tragante se cierra al menos en parte, una parte del caudal \dot{V}_3 evacuado por lo demás o una parte de la presión p_3 marcada mediante la acumulación del gas de alto horno se pueden sumar con la presión p_1 y/o el caudal \dot{V}_1 que existen en el interior del horno de cuba.

Se ha mostrado que mediante la variación adicional de la presión y/o del caudal en zonas parciales del horno de cuba se realiza una intensificación adicional de la presión y/o del caudal que conduce a una eficacia mejorada del horno de cuba. Se supone que aumenta el tiempo de permanencia del gas de tratamiento, por lo que se puede mejorar el rendimiento del horno de cuba. Por tanto, una mejora de la eficacia ya se puede conseguir cuando sólo temporalmente y con una separación temporal grande se realiza una adición de las presiones y/o de los caudales. Preferiblemente, la introducción del gas agregado y/o la evacuación del gas de alto horno se modulan de manera dinámica de modo que, en caso de la modulación, las variables de operación, la presión p_2 y/o el caudal \dot{V}_2 y/o la presión p_3 y/o el caudal \dot{V}_3 , se varían al menos temporalmente dentro de un intervalo de tiempo de ≤ 40 s, en particular de ≤ 20 s, preferiblemente de ≤ 5 s y, de manera especialmente preferible, de ≤ 1 s. De este modo, las intensificaciones de presión y/o de caudal se realizan con una frecuencia especialmente elevada y en intervalos temporales cortos, de modo que el rendimiento del horno de cuba se puede mejorar de modo especial.

Preferiblemente, la amplitud de las presiones p_1 y/o p_2 y/o p_3 y/o de los caudales \dot{V}_1 y/o \dot{V}_2 y/o \dot{V}_3 con respecto al valor medio asciende a de un 10 % a un 1000 %, en particular a de un 10 % a un 400 %, preferiblemente a de un 10 % a un 200 % y, de manera especialmente preferible, a de un 10 % a un 100 %. Cambios de este tipo de la amplitud del desarrollo de presión y/o de caudal ya son suficientes para una mejora significativa del rendimiento del horno de cuba sin superar valores máximos admisibles que se deben al modo de construcción.

De manera especialmente preferible, las presiones p_1 y/o p_2 y/o p_3 y/o los caudales \dot{V}_1 y/o \dot{V}_2 y/o \dot{V}_3 se varían de modo que dentro del horno de cuba se produce una oscilación solapada con una diferencia de fase ϕ de $-\pi/2 \leq \phi \leq \pi/2$, en particular de $-\pi/4 \leq \phi \leq \pi/4$ y, preferiblemente, de $\phi = 0$ a $6 \pi/90$. A este respecto, en particular se puede tener en cuenta la velocidad del gas corriente en esta relación de fase por un tiempo de permanencia medio a determinar de forma experimental del gas en el horno de cuba (habitualmente de 3 a 20 s) para que se produzca en el interior del horno de cuba la diferencia de fase deseada. De este modo, la intensificación de la amplitud de los desarrollos de presión y/o de caudal se vuelve especialmente fuerte y se evita una eliminación mutua de las oscilaciones de variables de operación.

Preferiblemente, la modulación del gas de tratamiento y/o del gas agregado y/o del gas de alto horno se realiza de forma casi periódica, en particular de forma periódica, preferiblemente de forma armónica, siendo válido para la duración de período T $40 \text{ ms} \geq T \geq 60 \text{ ms}$, en particular $20 \text{ ms} \geq T \geq 100 \text{ ms}$, preferiblemente $10 \text{ ms} \geq T \geq 0,5 \text{ s}$ y, de manera especialmente preferible, $5 \text{ ms} \geq T \geq 0,7 \text{ s}$. Esto se puede conseguir de manera sencilla mediante una modulación sinusoidal sencilla $f(t) = f_0 + \Delta f \sin(2 \pi t/T + \phi)$. Esto facilita generar y solapar las oscilaciones de presión y/o de caudal.

Además, la modulación del gas de tratamiento y/o del gas agregado y/o del gas de alto horno se puede realizar en particular a modo de pulsación, siendo válido para un ancho de pulso σ de un pulso $5 \text{ ms} \geq \sigma \geq 1 \text{ ms}$, en particular 0,7

$s \geq \sigma > 25$ ms, preferiblemente $0,1 s \geq \sigma > 30$ ms y, de manera especialmente preferible, $55 \text{ ms} > \sigma \geq 35$ ms. Una modulación de este tipo está caracterizada, por ejemplo, mediante una función $f(t) = f_0 + \sum_i \delta(t-t_i)$, describiendo $\delta(t)$ en general un pulso, es decir, picos de pulso recurrentes con respecto a un fondo fundamentalmente constante. Los propios pulsos pueden ser pulsos rectangulares, pulsos triangulares, pulsos gaussianos (pulso δ matemático ensanchado) o tener formas de pulso similares, siendo importante en particular el ancho de pulso δ , en cuyo caso se trata del ancho de pulso con media amplitud de pulso. En una configuración de procedimiento preferida, las pulsaciones periódicas tienen una relación del ancho de pulso δ con respecto a la duración de período T de $10^{-4} \leq \delta/T \leq 0,5$, preferiblemente de $10^{-3} \leq \delta/T \leq 0,2$, en particular de $10^{-2} \leq \delta/T \leq 0,1$. El cambio de presión y/o de caudal se realiza de este modo de forma especialmente súbita, de modo que se evitan corrientes (casi) estacionarias que podrían conducir a formaciones de corriente con un mezclado reducido. Además, con ello se consigue influir en procesos que se realizan en el horno de cuba con tiempos de reacción correspondientemente bajos.

En una forma de realización preferida, la intensificación de los picos de presión y/o de caudal no sólo se realiza con respecto al tiempo sino también con respecto al espacio. Preferiblemente, para ello es válido para una separación d entre la abertura de introducción inferior y la abertura adicional con respecto a una altura h entre la abertura de introducción inferior y una abertura de salida superior del horno de cuba $0,25 \leq d/h \leq 1,0$, preferiblemente $0,5 \leq d/h \leq 1,0$, de manera especialmente preferible $0,75 \leq d/h \leq 1,0$ y, más preferiblemente, $0,9 \leq d/h \leq 1,0$. Una mejora medible de la eficacia del horno de cuba ya se produce en el caso de separaciones pequeñas en comparación de la abertura de introducción inferior con respecto a la abertura adicional. Sin embargo, una mayor mejora de eficacia resulta cuando las separaciones están más distanciadas entre sí, ya que se pueden compensar mejor pérdidas de presión por la altura del horno de cuba sin superar una presión máxima admisible. En particular pueden estar dispuestas varias, es decir, dos o más aberturas adicionales a diferentes alturas del horno de cuba, pudiendo ser idénticas en cada caso las distancias de altura entre las aberturas. Mediante la distribución uniforme de las aberturas por la altura del horno de cuba se pueden ajustar de manera especialmente sencilla los solapamientos de los desarrollos de presión y/o de caudal y se pueden compensar pérdidas de presión que se producen.

En una forma de realización preferida está previsto un conducto de inmersión que se sumerge en el interior del horno de cuba y forma la abertura adicional a una altura definida del horno de cuba. De este modo es posible introducir mediante soplado tanto desde el exterior como desde el interior gases cuyos cambios de presión y/o de caudal se pueden solapar.

En particular es posible que el gas agregado tenga gas de tratamiento y/o en particular gas de alto horno que sale en un extremo superior del horno de cuba. Para ello, en particular una abertura de salida superior del horno de cuba está conectada con la abertura adicional a través del conducto de tragante para la devolución de gases de alto horno. Además, mediante gas de tratamiento añadido se puede mejorar la reducción también en la zona superior del horno de cuba. En particular se pueden modificar individualmente las condiciones atmosféricas en el interior del horno de cuba mediante una selección adecuada de las cantidades de gas de alto horno y/o de gas de tratamiento. De este modo, por ejemplo, en el caso de perturbaciones de funcionamiento, la atmósfera se puede optimizar posteriormente y se puede adaptar a condiciones marginales que cambian.

La invención se refiere además a un horno de cuba, en particular un alto horno, un horno de cúpula, un horno de fusión imperial o un horno de incineración de basuras que tiene un dispositivo para cargar una zona superior del alto horno con materias primas, y al menos una abertura de introducción inferior para la introducción de un gas de tratamiento en una zona inferior del horno de cuba para fundir y/o reducir al menos en parte una parte de las materias primas bajo el efecto de la atmósfera que existe dentro del horno de cuba. Además está previsto un dispositivo de control que está ajustado de modo que las variables de operación, la presión p_1 y/o el caudal \dot{V}_1 del gas de tratamiento, experimentan una variación dentro de un intervalo de tiempo de ≤ 40 s, en particular de ≤ 20 s, preferiblemente de ≤ 5 s y, de manera especialmente preferible, de ≤ 1 s. Según la invención está prevista al menos una abertura adicional separada de la abertura de introducción inferior para la introducción de un gas agregado, estando previsto un dispositivo de control adicional que está ajustado de modo que las variables de operación, la presión p_2 y/o el caudal \dot{V}_2 del gas agregado, se varían al menos temporalmente. La variación de las variables de operación del gas agregado y/o del gas de alto horno se realiza según la invención de modo que en el interior del horno de cuba aumentan al menos en parte la presión p_1 y/o el caudal \dot{V}_1 . Para una separación d entre la abertura de introducción inferior y la abertura adicional con respecto a una altura h entre la abertura de introducción inferior y una abertura de salida superior del horno de cuba es válido $0,1 \leq d/h \leq 1,0$. El horno de cuba es adecuado en particular para el procedimiento anteriormente descrito. Preferiblemente, el horno de cuba está configurado y perfeccionado tal como se explicó anteriormente mediante el procedimiento. Preferiblemente está previsto un conducto de gas de alto horno conectado con el interior del horno de cuba para la evacuación de productos de reacción gaseosos a través del que se evacua un gas de alto horno, estando previsto un dispositivo de control de tragante que está ajustado de modo que las variables de operación, la presión p_3 y/o el caudal \dot{V}_3 del gas de alto horno, se varían al menos temporalmente.

Dado que, con ayuda de los dispositivos de control, se pueden solapar los cambios de presión y/o de caudal de los gases introducidos en el interior del horno de cuba, de modo que la presión y/o el caudal en el interior del horno de cuba se suman al menos en parte, se consigue una mejora de la eficacia del horno de cuba. Se supone que, debido a los picos de presión y/o de caudal, el movimiento del gas de tratamiento tiene partes ampliadas de un movimiento

de zigzag, por lo que se mejora la gasificación. Esto conduce, como resultado, a que el gas de tratamiento pueda reaccionar de forma más completa de modo que se puede fundir y/o reducir más material con menos gas de tratamiento.

5 A continuación se explica la invención en más detalle mediante ejemplos de realización preferidos.

Muestran:

La figura 1: una vista lateral esquemática de un horno de cuba según la invención y

10 La figura 2: una vista lateral esquemática de un horno de cuba según la invención en una forma de realización adicional.

15 El horno de cuba 10 representado en la figura 1 tiene un cuerpo de horno de cuba 12 fundamentalmente tubular que se puede dividir aproximadamente en una tercera parte superior 14, una tercera parte central 16 y una tercera parte inferior 18. A la tercera parte inferior 18 sigue un sumidero 20 que aloja el material proporcionado a través de una compuerta 22 en la tercera parte superior 14 en el estado fundido y lo emite a través de un conducto de evacuación 24.

20 A través de un conducto de alimentación 26 se conduce gas de tratamiento a través de un conducto anular 28 inferior interconectado a toberas 30 inferiores que introducen el gas de tratamiento de forma dinámicamente modulada a través de una abertura de introducción 32 inferior al interior 34 del reactor de cuba 10. En proximidad de las aberturas de introducción 32 se forma una zona de reacción que se denomina "raceway" o zona de remolino, que rodea una zona que se denomina "hombre muerto" 36 con una reactividad baja en la zona inferior. Entre el conducto de alimentación 26 y la abertura de introducción 32 está interconectado un dispositivo de control 38 que está ajustado de modo que las variables de operación, la presión p_1 y/o el caudal \dot{V}_1 del gas de tratamiento, experimentan una variación dentro de un intervalo de tiempo de ≤ 40 s, en particular de ≤ 20 s, preferiblemente de ≤ 5 s y, de manera especialmente preferible, de ≤ 1 s. El dispositivo de control 38 puede funcionar de manera comparable con un fuelle que se opera de manera especialmente rápida.

30 De manera comparable con la introducción del gas de tratamiento en la tercera parte inferior 18, se puede introducir gas agregado en la tercera parte central 16 y/o en la tercera parte superior 14 para conseguir mediante una variación de las variables de operación, la presión p_2 y/o el caudal \dot{V}_2 del gas agregado, al menos temporalmente una adición de las presiones p_1 y p_2 y/o de los caudales \dot{V}_1 y \dot{V}_2 en el interior 34 del horno de cuba 10. Mediante los picos de presión y/o de caudal alcanzables se puede reducir claramente el hombre muerto 36, por lo que se mejora el rendimiento del horno de cuba 10.

40 En el ejemplo de realización representado, el gas agregado se introduce de forma dinámicamente modulada con ayuda de toberas 40 superiores a través de aberturas adicionales 42 en el interior 34 del horno de cuba 10. Fundamentalmente, en el ejemplo de realización representado, la separación d de las aberturas adicionales 42 con respecto a las aberturas de introducción 32 inferiores asciende aproximadamente a un 80 % de la distancia h entre la abertura de introducción inferior 32 y una abertura de salida superior 44 que se puede cerrar mediante la compuerta 22 del horno de cuba 10. El cuerpo de horno de cuba 12 puede estar configurado en particular fundamentalmente con una simetría de rotación con respecto a un eje de simetría 46.

45 En el ejemplo de realización representado, las toberas 42 superiores están conectadas mediante un conducto anular superior 48 con el conducto de alimentación 26 de modo que gas de tratamiento se puede utilizar como gas agregado o al menos se puede añadir. Además, a través de un conducto de tragante 50 que desemboca en la zona de la abertura de salida superior 44 al menos se puede añadir gas de alto horno al gas agregado. Entre el conducto de alimentación 26 o el conducto de tragante 50 y la abertura adicional 42 está previsto un dispositivo de control adicional 52 que está ajustado de modo que las variables de operación, la presión p_2 y/o el caudal \dot{V}_2 del gas agregado, se varían al menos temporalmente de modo que en el interior 34 del horno de cuba 10 se suman al menos en parte las presiones p_1 y p_2 y/o los caudales \dot{V}_1 y \dot{V}_2 . Además pueden estar previstas válvulas antirretorno no representadas que, por ejemplo, evitan una corriente de cortocircuito desde la zona inferior 18 al interior de la zona superior 14 pasando por el cuerpo de horno de cuba 12.

50 En comparación con el horno de cuba 10 representado en la figura 1, en el caso del horno de cuba 10 representado en la figura 2 se consigue el solapamiento de los cambios de presión y/o de caudal, en lugar de mediante gas agregado, con ayuda de gas de alto horno. Para ello, para dividir el caudal a evacuar, el al menos un conducto de tragante 50, que en el ejemplo de realización representado está previsto más de una vez, tiene en cada caso un dispositivo de control de tragante 54 para variar al menos temporalmente las variables de operación, la presión p_3 y/o el caudal \dot{V}_3 , que existen en el conducto de tragante 50 o poco por delante del conducto de tragante 50 de modo que en el interior 34 del horno de cuba 10 aumentan al menos en parte la presión p_1 y/o el caudal \dot{V}_1 . Para ello, el dispositivo de control de tragante puede rodear temporalmente al menos de forma parcial el conducto de gas de alto horno 50, por ejemplo, con ayuda de compuertas de estrangulación de modo que se produce una presión dinámica creciente, que mediante una apertura subsiguiente del conducto de gas de alto horno 50 se vuelve a descargar

antes de que se supere una presión global admisible.

5 En el ejemplo de realización representado, el gas de alto horno se evacua de forma invertida, es decir, por encima de la abertura de salida superior 44 del cuerpo de horno de cuba 12 al interior de los conductos de gas de alto horno
10 50. Para ello está conectado en una zona invertida 56 un caperuzón 58 con el cuerpo de horno de cuba 12 con el que están conectados los conductos de gas de alto horno 50. El caperuzón 58 tiene adicionalmente un dispositivo de carga 60 que se puede cerrar con la compuerta 22, a través del que se alimentan las materias primas al interior 34 del horno de cuba 10 para descender en el interior 34 del horno de cuba 10 hacia abajo. Mediante el gas de tratamiento alimentado a través de las toberas 30 resulta una zona de reacción 62 fundamentalmente anular que se denomina "raceway", que está dispuesta alrededor del hombre muerto 36.

15 De manera especialmente preferible, las formas de realización representadas en la figura 1 y en la figura 2 se combinan entre sí de modo que se modula dinámicamente tanto el gas agregado alimentado como el gas de alto horno evacuado para conseguir mediante un solapamiento de las oscilaciones de presión y/o de caudal al menos temporalmente un aumento al menos parcial de la presión y/o del caudal en el interior 34 del horno de cuba. Adicionalmente se puede alimentar el gas de alto horno ya modulado al gas agregado, por lo que resultan oscilaciones solapadas adicionales que también se pueden establecer a modo de resonancia para inducir picos de presión y/o de caudal adicionales.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para operar un horno de cuba (10), en el que una zona superior (14) del horno de cuba (10) se carga con materias primas que bajo la influencia de la gravedad descienden en el horno de cuba, fundiéndose y/o reduciéndose al menos en parte una parte de las materias primas bajo el efecto de la atmósfera que existe dentro del horno de cuba, e introduciéndose en una zona inferior (18) del horno de cuba (10) a través de al menos una abertura de introducción inferior (32) un gas de tratamiento que influye al menos en parte en la atmósfera que existe dentro del horno de cuba (10), modulándose la introducción del gas de tratamiento de manera dinámica de modo que, en caso de la modulación, las variables de operación presión p_1 y/o caudal \dot{V}_1 , se varían al menos temporalmente dentro de un intervalo de tiempo de ≤ 40 s, **caracterizado por que** a través de al menos una abertura adicional (42) separada de la abertura de introducción inferior (32) se introduce un gas agregado, cuyas variables de operación presión p_2 y/o caudal \dot{V}_2 se varían al menos temporalmente de modo que en el interior (34) del horno de cuba (10) aumentan al menos en parte la presión p_1 y/o el caudal \dot{V}_1 , siendo válido $0,1 \leq d/h \leq 1,0$ para una separación d entre la abertura de introducción inferior (32) y la abertura adicional (42) con respecto a una altura h entre la abertura de introducción inferior (32) y una abertura de salida superior (44) del horno de cuba (10).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se evacua un gas de alto horno a través de un conducto de gas de alto horno (50) conectado con el interior (34) del horno de cuba (10) para la evacuación de productos de reacción gaseosos, cuyas variables de operación presión p_3 y/o caudal \dot{V}_3 se varían al menos temporalmente de modo que en el interior (34) del horno de cuba (10) aumentan al menos en parte la presión p_1 y/o el caudal \dot{V}_1 .
3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, en el que la introducción del gas agregado y/o la evacuación del gas de alto horno se modulan de manera dinámica de modo que, en caso de la modulación, las variables de operación presión p_2 y/o caudal \dot{V}_2 y/o presión p_3 y/o caudal \dot{V}_3 se varían al menos temporalmente dentro de un intervalo de tiempo de ≤ 40 s.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que para una separación d entre la abertura de introducción inferior (32) y la abertura adicional (42) con respecto a una altura h entre la abertura de introducción inferior (32) y una abertura de salida superior (44) del horno de cuba (10) es válido $0,25 \leq d/h \leq 1,0$.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la modulación del gas de tratamiento y/o del gas agregado y/o del gas de alto horno se realiza de forma casi periódica o de forma periódica o de forma armónica, siendo válido para la duración de período T $40 \text{ s} \geq T \geq 60 \text{ ms}$.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la modulación del gas de tratamiento y/o del gas agregado y/o del gas de alto horno se realiza a modo de pulsación, siendo válido para un ancho de pulso σ de un pulso $5 \text{ s} \geq \sigma > 1 \text{ ms}$.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que se varían las presiones p_1 y/o p_2 y/o p_3 y/o los caudales \dot{V}_1 y/o \dot{V}_2 y/o \dot{V}_3 de modo que dentro del horno de cuba se produce una oscilación solapada con una diferencia de fase ϕ de $-\pi/2 \leq \phi \leq \pi/2$.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el gas agregado tiene gas de tratamiento y/o gas de alto horno que sale en un extremo superior (44) del horno de cuba (10).
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la amplitud de las presiones p_1 y/o p_2 y/o p_3 y/o de los caudales \dot{V}_1 y/o \dot{V}_2 y/o \dot{V}_3 con respecto al valor medio asciende a de un 10 % a un 1000 %.
10. Horno de cuba con un dispositivo (60) para cargar una zona superior (14) del horno de cuba (10) con materias primas, al menos una abertura de introducción inferior (32) para la introducción de un gas de tratamiento en una zona inferior (18) del horno de cuba (10) para fundir y/o reducir al menos en parte una parte de las materias primas bajo el efecto de la atmósfera que existe dentro del horno de cuba (10), y un dispositivo de control (38) que está ajustado de modo que las variables de operación presión p_1 y/o caudal \dot{V}_1 del gas de tratamiento, experimentan una variación dentro de un intervalo de tiempo de ≤ 40 s, **caracterizado por que** está prevista al menos una abertura adicional (42) separada de la abertura de introducción inferior (32) para la introducción de un gas agregado, estando previsto un dispositivo de control adicional (52) que está ajustado de modo que las variables de operación presión p_2 y/o caudal \dot{V}_2 del gas agregado, se varían al menos temporalmente de modo que en el interior (34) del horno de cuba (10) aumentan al menos en parte la presión p_1 y/o el caudal \dot{V}_1 , siendo válido $0,1 \leq d/h \leq 1,0$ para una separación d entre la abertura de introducción inferior (32) y la abertura adicional (42) con respecto a una altura h entre la abertura de introducción inferior (32) y una abertura de salida superior (44) del horno de cuba (10).
11. Horno de cuba según la reivindicación 10, **caracterizado por que** está previsto un conducto de gas de alto horno (50) conectado con el interior (34) del horno de cuba (10) para la evacuación de productos de reacción gaseosos de un gas de alto horno, estando previsto un dispositivo de control de tragante (54) que está ajustado de modo que las variables de operación presión p_3 y/o caudal \dot{V}_3 del gas de alto horno, se varían al menos temporalmente de modo que en el interior (34) del horno de cuba (10) aumentan al menos en parte la presión p_1 y/o

el caudal \dot{V}_1 .

5 12. Horno de cuba según las reivindicaciones 10 u 11, **caracterizado por que** para una separación d entre la abertura de introducción inferior (32) y la abertura adicional (42) con respecto a una altura h entre la abertura de introducción inferior (32) y una abertura de salida superior (44) del horno de cuba (10) es válido $0,25 \leq d/h \leq 1,0$.

10 13. Horno de cuba según una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado por que** una abertura de salida superior (44) del horno de cuba (10) está conectada a la abertura adicional (42) a través del conducto de tragante (50) para la devolución de gases de alto horno.

14. Horno de cuba según una de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizado por que** está previsto un conducto de inmersión que se sumerge en el interior (34) del horno de cuba (10) y forma la abertura adicional (42) a una altura definida del horno de cuba (10).

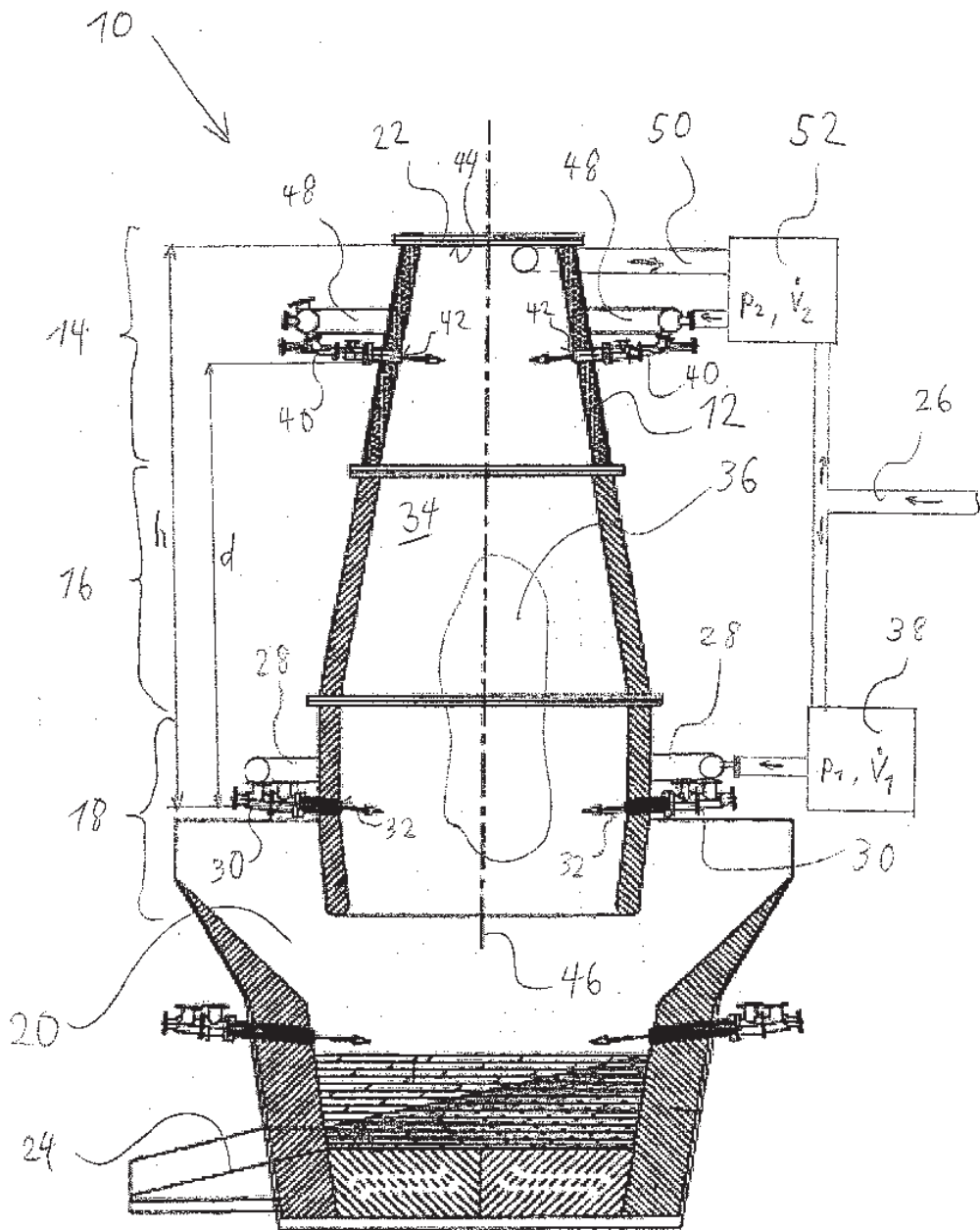


Fig. 1

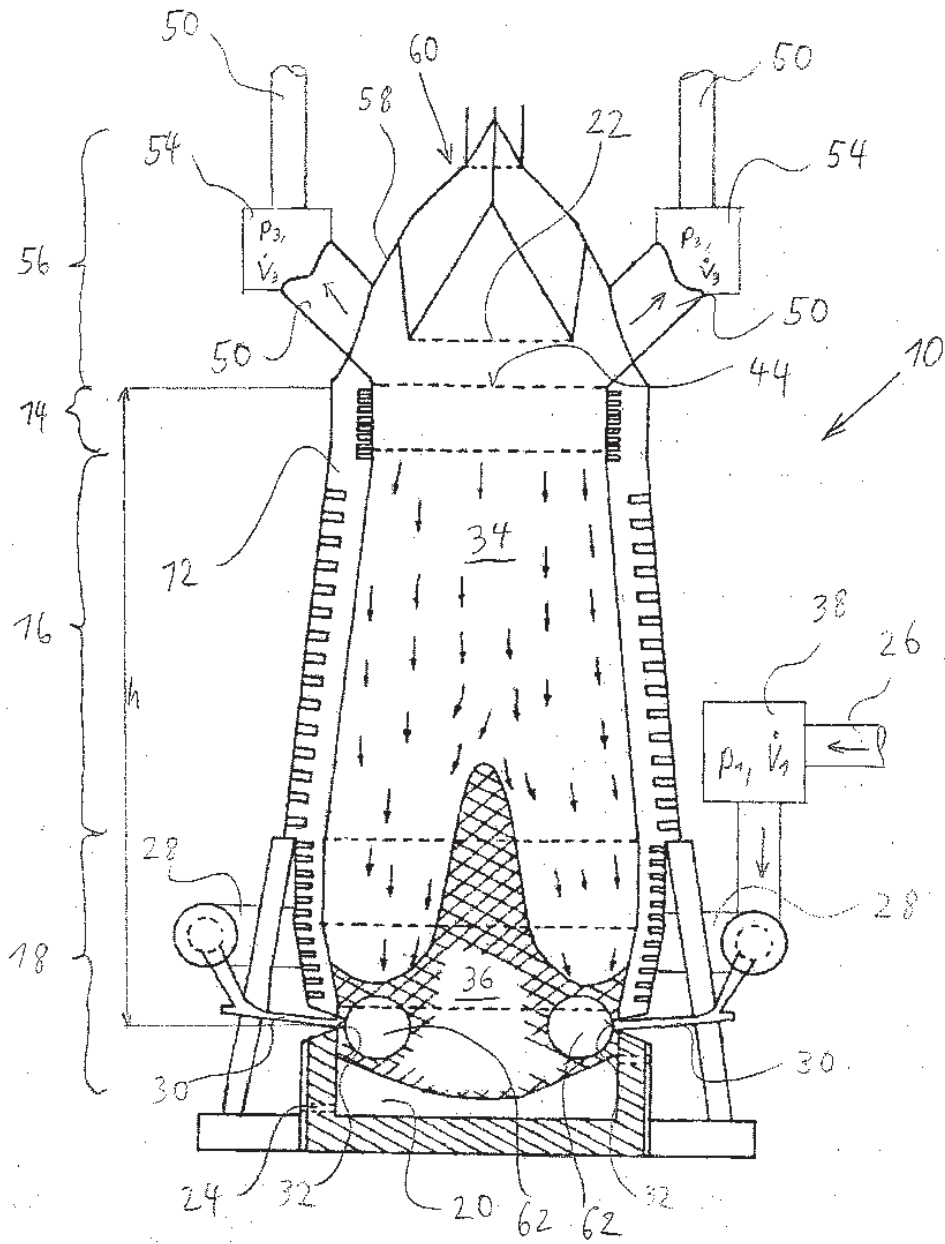


Fig. 2