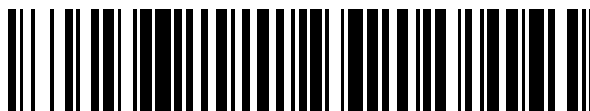


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 429 512**

51 Int. Cl.:

F23K 1/02 (2006.01)
F23K 1/04 (2006.01)
F23K 3/00 (2006.01)
F23N 1/00 (2006.01)
C10J 3/46 (2006.01)
C10J 3/30 (2006.01)
F23K 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2003** **E 03778815 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2013** **EP 1582814**

54 Título: **Procedimiento de alimentación de una mezcla que contiene combustibles sólidos y agua**

30 Prioridad:

13.12.2002 JP 2002362202

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

15.11.2013

73 Titular/es:

KATAYAMA, YUKUO (100.0%)
21-25 Daikyou-cho, Shinjuku-ku
Tokyo 160-0015, JP

72 Inventor/es:

KATAYAMA, YUKUO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 429 512 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

Procedimiento de alimentación de una mezcla que contiene combustibles sólidos y agua

Campo de la invención

5 La presente invención versa acerca de un procedimiento de alimentación de una mezcla que comprende un sólido combustible y agua a un horno de combustión o a un reactor de gasificación y, más en particular, acerca de un procedimiento de alimentación de la mezcla mencionada anteriormente a un horno de combustión o a un reactor de gasificación, en el que al menos una parte del agua en la mezcla es convertida en una forma de vapor.

Antecedentes de la invención

10 Como un medio de alimentación de una suspensión acuosa que comprende un sólido combustible, tal como carbón pulverizado o un desecho sólido celulósico, a un horno de combustión o a un reactor de gasificación, se hizo uso de procedimientos en los que se pulveriza suspensión espesa directamente en un horno de combustión o en un reactor de gasificación con la ayuda de un gas a alta presión, tal como vapor o aire. La suspensión espesa contiene agua en una cantidad desde el 27 hasta el 80% en peso, con respecto al peso de la suspensión espesa, y el agua se evapora en un horno de combustión o en un reactor de gasificación. En una suspensión espesa de carbón
15 pulverizado y agua, el contenido de agua es desde el 27 hasta el 50%, con respecto al peso de la suspensión espesa. A veces una mezcla que contiene un desecho sólido celulósico y agua no logra formar una suspensión espesa, por ejemplo, cuando el contenido de agua es, como máximo, del 50% con respecto al peso de la mezcla. En consecuencia, algunos tipos de suspensión espesa requieren un contenido de agua del 50% o más, en particular desde 70 hasta 80%, con respecto al peso de la suspensión espesa, dependiendo del tipo de desecho sólido
20 celulósico. Por lo tanto, se consume una parte de la energía generada en una combustión parcial de un sólido combustible como calor latente para la evaporación del agua, lo que reduce una temperatura en el horno, lo que da como resultado un aumento del carbón no quemado. En el reactor de gasificación, se depositan cenizas fundidas de carbón debido a la temperatura disminuida en el reactor de gasificación. Esto causa problemas tales como una obstrucción en una línea de extracción de cenizas fundidas. Para evitar los problemas, se debe evitar que se
25 reduzca la temperatura en el horno. En consecuencia, se alimenta una mayor cantidad de oxígeno que una cantidad teórica calculada a partir de una composición elemental del carbón a un reactor de gasificación en el procedimiento convencional mencionado anteriormente.

Para utilizar cenizas pulverizadas que contienen carbón de una temperatura elevada de fusión, especialmente en gasificación, se debe mantener la temperatura interna de un reactor de gasificación a una temperatura relativamente
30 elevada. En consecuencia, en los procedimientos convencionales es difícil utilizar cenizas que contienen carbón de una temperatura elevada de fusión. Cuando se utilizan inevitablemente tales cenizas que contienen carbón de una temperatura elevada de fusión, se debería utilizar un costoso reactivo depresivo de la temperatura de fusión. Además, se requiere una mayor cantidad de oxígeno para aumentar algo la temperatura interna del reactor de gasificación, por lo que se promueve la fusión de las cenizas de carbón en el reactor de gasificación, de forma que
35 se facilite la eliminación de las cenizas de carbón en una parte inferior del reactor de gasificación y, con ello, hacer que la planta de gasificación opere sin altibajos. La eficacia de gasificación de los procedimientos convencionales es baja debido a estos factores.

Se conoce un procedimiento de gasificación de carbón al alimentar carbón y agua a un reactor de gasificación, en el que se alimenta al menos una parte de agua en una forma de vapor al reactor de gasificación (véase la patente japonesa expuesta al público n° 2002-155288). Según el procedimiento, se alimenta carbón con la ayuda de vapor a
40 un reactor de gasificación. Por lo tanto, se evapora el agua contenida en la mezcla de carbón y de agua, preferentemente toda la cantidad de la misma, formando vapor antes de ser alimentada al reactor de gasificación y, por lo tanto, se pueden solucionar las desventajas descritas anteriormente.

En el anterior procedimiento, se convierte una mezcla del sistema sólido-líquido en una mezcla de un sistema gas-sólido o gas-líquido-sólido y se alimenta a un reactor. Como equipo mediante el cual, consecutivamente, se alimenta una suspensión espesa de un sistema sólido-líquido a un intercambiador de calor, se calienta, se convierte en un sistema gas-sólido o un sistema gas-líquido-sólido, que es alimentado entonces al equipo de evaporación para
45 recuperar agua, Cracksystem™ está disponible comercialmente en Hosokawa Micron Co., Ltd. Sin embargo, el disolvente se evapora de inmediato en el intercambiador de calor en este equipo, de manera que un caudal del sistema gas-sólido en una salida del intercambiador de calor supera la velocidad sónica. En consecuencia, si se
50 utiliza el equipo para un sólido combustible tal como carbón, tendrá lugar una abrasión intensa.

En 1979, el Ministerio de Energía de los Estados Unidos de América presentó la solicitud de patente en la que se calienta y se separa una mezcla de agua y carbón, CWM, en gas y sólido en un recipiente de desecación instantánea, y luego se alimenta carbón pulverizado a un reactor de gasificación (véase la patente estadounidense
55 n° 4153427). Sin embargo, el carbón pulverizado obtenido en la separación de gas-sólido no está completamente secado y, por lo tanto, se coagula, de forma que es difícil una alimentación continua al reactor de gasificación. En consecuencia, no se ha puesto en una aplicación práctica el procedimiento.

Sumario de la invención

La presente invención proporciona un procedimiento de alimentación de una mezcla que comprende un sólido combustible y agua a un horno de combustión o un reactor de gasificación en el que se convierte al menos una parte del agua en la mezcla en una forma de vapor, y en el que apenas se produce la abrasión en la tubería y es posible una alimentación estable a un horno de combustión o un reactor de gasificación sin una sedimentación del sólido combustible.

En los procedimientos convencionales de alimentación de carbón y agua a un reactor de gasificación para gasificar el carbón, había el problema de que tiene lugar una abrasión intensa en los conductos en el calentador y en un conducto de alimentación conectado al reactor de gasificación, si al menos una parte del agua es alimentada en forma de vapor. Para solucionar este problema, podría pensarse en crear diámetros internos de conductos en un calentador y en un conducto de alimentación lo suficientemente grandes como para reducir un caudal del fluido. Sin embargo, si se hace que los diámetros internos sean creados lo suficientemente grandes para eliminar la abrasión, surgen otros problemas, a su vez, de que el carbón se hunde en la pared interna de los conductos y, además, se vuelve difícil un transporte uniforme del carbón.

Los inventores han realizado diversas investigaciones para solucionar estos problemas. Como resultado, los inventores han descubierto que al bombear una mezcla que comprende un sólido combustible y agua a un horno de combustión o un reactor de gasificación si se controla la presión de descarga de forma que se encuentre en el siguiente intervalo específico relativamente elevado, se puede controlar de forma apropiada el caudal de la mezcla, estando establecidos los diámetros de los conductos en un intervalo apropiado de alimentación de ese modo la mezcla a los reactores mencionados anteriormente de forma estable sin abrasión ni sedimentación del sólido combustible en los conductos a través de los que fluye la mezcla.

Por lo tanto, la presente invención proporciona (1) un procedimiento como se define en la reivindicación 1.

Se conoce por el documento US 2.669.509 una realización de un procedimiento para la gasificación de materiales carbonosos sólidos. En el procedimiento conocido un combustible carbonoso sólido reacciona con vapor y oxígeno sustancialmente puro en una zona cerrada de reacción para producir monóxido de carbono e hidrógeno. En el procedimiento conocido se mantiene la zona de reacción a una presión elevada. Se hace pasar el combustible como una corriente continua en flujo turbulento a través de una zona tubular de calentamiento en la zona de reacción referida a una presión superior a la presión en dicha zona de reacción. Según el procedimiento conocido se forma una dispersión de partículas del combustible en vapor en la zona de calentamiento, de manera que se introduce continuamente la dispersión resultante en la zona de gasificación como un reactivo deseado.

El documento US 2.735.787 describe un procedimiento para la pulverización de materiales sólidos. En el procedimiento conocido se pulveriza una masa de partículas relativamente basta de un material sólido desintegrable al mezclar dicho sólido con un líquido evaporable para formar una suspensión espesa de flujo libre, en el que se somete a dicho líquido a una evaporación en un tubo.

El documento US 4.666.464 describe un procedimiento de oxidación parcial de suspensiones espesas de agua y combustible carbonoso sólido. El procedimiento conocido es adecuado para la producción de gas de síntesis, de gas reductor o de gas combustible en el que se hace reaccionar una corriente de alimentación que comprende una suspensión espesa de agua y combustible carbonoso sólido mediante oxidación parcial en una zona de flujo libre de reacción de un generador de gas.

Se proporcionan las realizaciones preferentes como se define en las reivindicaciones 2-22.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama de flujo del procedimiento del dispositivo utilizado en los Ejemplos.

La Figura 2 es un gráfico para mostrar un perfil del caudal en el conducto entre la salida de la bomba y la entrada del reactor de gasificación en el Ejemplo 1.

La Figura 3 es un gráfico para mostrar un perfil de la presión en el conducto entre la salida de la bomba y la entrada del reactor de gasificación en el Ejemplo 1.

La Figura 4 es un gráfico para mostrar un perfil del caudal en el conducto entre la salida de la bomba y la entrada del reactor de gasificación en el Ejemplo 2.

La Figura 5 es un gráfico para mostrar un perfil del caudal en el conducto entre la salida de la bomba y la entrada del reactor de gasificación en el Ejemplo 2.

Descripción de las realizaciones preferentes

Para el contenido de agua de la mezcla que comprende un sólido combustible y agua utilizada en la presente invención, el límite superior es preferentemente un 80% en peso, más preferentemente un 40% en peso, y aún más preferentemente un 35% en peso, y el límite inferior es preferentemente un 27% en peso, y más preferentemente un 30% en peso. Entretanto, para el contenido del sólido combustible, el límite superior es preferentemente un 73% en

peso, y más preferentemente un 70% en peso, y el límite inferior es preferentemente un 20% en peso, más preferentemente un 60% en peso, y aún más preferentemente un 65% en peso. Si el contenido de agua supera el límite superior mencionado anteriormente y el contenido del sólido combustible es menor que el límite inferior mencionado anteriormente, la energía para evaporar agua es demasiado grande para que el presente procedimiento sea económico. Si el contenido de agua es menor que el límite inferior mencionado anteriormente y el contenido del sólido combustible supera el límite superior mencionado anteriormente, la mezcla que comprende el sólido combustible y agua es demasiado viscosa para ser transferida uniformemente. Se puede añadir un tensioactivo para facilitar la formación de una suspensión acuosa de un sólido combustible.

Los sólidos combustibles sometidos a una combustión o gasificación no están limitados en particular a tipos específicos. Se puede hacer uso, por ejemplo, de carbón, de coque de carbón o de petróleo, de brea de carbón o de petróleo, o de desecho sólido celulósico. Se puede utilizar carbón de diversos tipos de carbón, tal como carbón bituminoso, carbón subbituminoso, o lignito. Es difícil utilizar carbón que contiene cenizas con una temperatura elevada de fusión en un procedimiento convencional en el que se alimenta una suspensión espesa de carbón/agua a un reactor de gasificación. En la presente invención, se impone tal limitación causada por la temperatura de fusión de las cenizas. Preferentemente, se pulveriza el sólido combustible hasta un tamaño deseado de grano antes de ser utilizado. El tamaño de grano es preferentemente una medida de malla desde 25 hasta 500, más preferentemente una medida de malla desde 50 hasta 200. Si el tamaño de grano del carbón es demasiado grande, las partículas de carbón provocan una sedimentación muy rápida en agua. Preferentemente, se pulveriza el carbón en un estado seco antes de ser mezclado con agua, pero también puede ser pulverizado en un estado húmedo después de ser mezclado con agua.

La mezcla que comprende un sólido combustible y agua es alimentada por medio de una bomba a un horno de combustión o a un horno de gasificación a través de un calentador. Dado que se puede utilizar la bomba, cualquier bomba conocida, y se puede mencionar, por ejemplo, una bomba centrífuga, una bomba de émbolo buzo, o una bomba de engranajes.

El límite superior de la presión de descarga de la bomba en la presente invención es de 22,12 MPa, que es la presión del vapor saturado a la temperatura crítica del agua, 374,15 grados C. Preferentemente, la presión es superior a la presión en el horno de combustión o en el horno de gasificación en una cantidad de 15,0 MPa, y más preferentemente en una cantidad de 10,0 MPa. El límite inferior es una presión superior a una presión en el horno de combustión o el horno de gasificación en una cantidad de 1,5 MPa, preferentemente en una cantidad de 3,0 MPa, y más preferentemente en una cantidad de 4,0 MPa. Si la presión supera el límite superior mencionado anteriormente, se necesitan grandes costes para hacer que los aparatos sean resistentes a la presión y, por lo tanto, el procedimiento es costoso. Si la presión es menor que el límite inferior mencionado anteriormente, se evaporará más agua de la deseada y, por lo tanto, el caudal de la mezcla se vuelve menor que el caudal requerido como se describe a continuación y, por lo tanto, a veces no se puede transferir uniformemente la mezcla combustible al reactor de gasificación.

Como calentador en la presente invención se puede hacer uso de cualquier calentador que pueda calentar la mezcla descrita anteriormente y convertir al menos una parte del agua en la mezcla, preferentemente sustancialmente todo el agua, en forma de vapor. Por ejemplo, se puede utilizar un horno de calentamiento o un intercambiador de calor. Preferentemente, se puede utilizar un intercambiador de calor, más preferentemente un intercambiador de calor de doble tubo.

En la presente invención, es necesario que el caudal de la mezcla mencionada anteriormente en el conducto del calentador y en el conducto entre la salida del calentador y la entrada del horno de combustión o del reactor de gasificación se encuentre en el siguiente intervalo: el límite superior del caudal: 50 m/s, preferentemente 40 m/s, y más preferentemente 30 m/s; y el límite inferior: 6 m/s, preferentemente 8 m/s, y más preferentemente 10 m/s. Con ello, se puede alimentar la mezcla al horno de combustión o al reactor de gasificación de una forma estable. Si el caudal supera el límite superior mencionado anteriormente, los conductos se desgastan mucho. Si el caudal es inferior al límite inferior mencionado anteriormente, los conductos se obstruyen fácilmente debido a la sedimentación del sólido combustible.

El diámetro interno del conducto en el calentador a través del cual pasa la mezcla que comprende un sólido combustible y agua se vuelve mayor de forma progresiva o por etapas en una dirección del flujo de la mezcla. De ese modo, se puede convertir el agua en la mezcla en una forma de vapor de forma progresiva o por etapas para controlar de forma apropiada el caudal de la mezcla. En una realización en la que un diámetro interno del conducto se vuelve mayor por etapas, el diámetro interno se vuelve mayor desde 2 hasta 12 etapas, más preferentemente desde 4 hasta 12 etapas, aún más preferentemente desde 6 hasta 12 etapas. También es preferente que se proporcionen válvulas de reducción de presión entre secciones del conducto con distintos diámetros internos, por lo que se puede convertir de forma apropiada una cantidad deseada del agua en la mezcla en una forma de vapor. Preferentemente, se inyecta un gas no inflamable inmediatamente corriente abajo de un lugar en el que un diámetro interno de un conducto se vuelve mayor o inmediatamente corriente abajo de un lugar en el que se proporciona una válvula de reducción de presión. Como gas no inflamable se utiliza preferentemente vapor, nitrógeno, o dióxido de carbono. Al introducir por inyección el gas no inflamable, es posible evitar que se reduzca el caudal de la mezcla en

el conducto, y que se mantenga, de ese modo, el caudal de la mezcla en los conductos en el intervalo deseado descrito anteriormente.

En el calentador, se calienta la mezcla mencionada anteriormente hasta una temperatura en la que se evapora al menos una parte del agua, preferentemente sustancialmente toda ella, en la mezcla y es convertida en una forma de vapor. Preferentemente, el límite superior de la temperatura de calentamiento es de 450 grados C, más preferentemente de 400 grados C, y particularmente preferentemente de 365 grados C. El límite inferior es preferentemente de 150 grados C, más preferentemente de 200 grados C, y aún más preferentemente de 250 grados C. Si la temperatura supera el límite superior mencionado anteriormente, un sólido combustible, tal como carbón, provoca una descomposición térmica intensa y las sustancias resultantes de hidrocarburo a menudo provocan la carbonización en los conductos, lo que da lugar a un estrechamiento de los conductos en el calentador. Por debajo del límite inferior, no se puede evaporar suficientemente el agua. La presión en el conducto en el calentador durante el calentamiento descrito anteriormente depende de la presión de descarga de la bomba y es, preferentemente, desde 1,5 hasta 22,12 MPa, más preferentemente desde 3,0 hasta 22,12 MPa, y aún más preferentemente desde 4,0 hasta 20,0 MPa.

El calentamiento mencionado anteriormente es llevado a cabo, preferentemente, mediante un medio de calentamiento, preferentemente aceite combustible o sal fundida en un intercambiador de calor, tal como un intercambiador de calor de doble tubo. Una temperatura del medio de calentamiento es preferentemente desde 200 hasta 600 grados C, más preferentemente desde 250 hasta 500 grados C, y particularmente preferentemente desde 300 hasta 450 grados C. Si la temperatura supera el límite superior mencionado anteriormente, un sólido combustible, tal como carbón, provoca una descomposición térmica y las sustancias resultantes de hidrocarburos provocan la carbonización, lo que a menudo da lugar al estrechamiento del conducto en el calentador. Por debajo del límite inferior mencionado anteriormente, es difícil calentar la mezcla hasta la temperatura deseada descrita anteriormente. Un calentador para calentar el medio de calentamiento no está restringido en particular y se puede utilizar cualquier calentador que pueda calentar el medio de calentamiento hasta la temperatura deseada descrita anteriormente. Preferentemente, se puede utilizar un intercambiador de calor utilizando un medio de calentamiento tal como vapor caliente, aceites calientes, sales o gases fundidos.

En la presente invención, se puede proporcionar un precalentador para calentar la mezcla antes de que se caliente la mezcla en el calentador descrito anteriormente, por lo que se puede controlar de forma apropiada la temperatura a la que se alimenta la mezcla a un horno de combustión o un reactor de gasificación, dependiendo de una temperatura de operación del horno de combustión o del reactor de gasificación. El límite superior de la temperatura de precalentamiento es preferentemente de 450 grados C, más preferentemente de 400 grados C, y aún más preferentemente de 365 grados C. El límite inferior es preferentemente de 150 grados C, más preferentemente de 200 grados C, y aún más preferentemente de 250 grados C. La presión en el precalentamiento puede ser similar a la presión de descarga de la bomba. El precalentador tiene como objetivo calentar la mezcla hasta una cierta temperatura y, por lo tanto, la presión en un conducto en el precalentador es, preferentemente, igual a la presión de vapor saturado, o superior a la misma, a la temperatura deseada mencionada anteriormente, de forma que se evita que se evapore el agua en la mezcla. Para mantener esta presión, se proporciona de forma preferente una válvula de control de la presión en una salida del precalentador.

Se calienta la mezcla que comprende un sólido combustible y agua hasta la temperatura deseada mencionada anteriormente en el calentador, y al menos una parte, más preferentemente sustancialmente toda ella, preferentemente un 95% en peso o más, y más preferentemente un 98% en peso o más, del agua es convertida en vapor. El vapor resultante transporta neumáticamente el sólido combustible y lo alimenta al horno de combustión o al reactor de gasificación. Preferentemente, se mantiene el horno de combustión a una temperatura desde 1.300 hasta 2.000 grados C, y más preferentemente desde 1.300 hasta 1.700 grados C, bajo una presión atmosférica o una condición ligeramente presurizada para quemar el sólido combustible introducido. Entretanto, se mantiene el reactor de gasificación a una temperatura desde 1.000 hasta 2.500 grados C, más preferentemente desde 1.300 hasta 2.000 grados C a una presión desde 0,5 hasta 10 MPa, más preferentemente desde 1 hasta 10 MPa, y aún más preferentemente desde 2 hasta 10 MPa, para gasificar el sólido combustible introducido. Preferentemente, el horno de combustión o el reactor de gasificación está dotado de una válvula de control de la presión, susceptible de ser cerrada por completo, en la entrada, de forma que la cantidad de la mezcla que va a ser alimentada al horno puede ser controlada de forma apropiada.

Se puede aplicar el procedimiento de la presente invención a cualquier procedimiento conocido de combustión o de gasificación para quemar o gasificar una mezcla que contiene un sólido combustible y agua. Como procedimiento de gasificación, se pueden mencionar el procedimiento Texaco y el procedimiento Dow.

Se describirá en detalle la presente invención con referencia a los siguientes Ejemplos, pero no estará limitada a los mismos.

Ejemplos

Ejemplo 1

Se utilizó el flujo de procedimiento mostrado en la FIG. 1 en el Ejemplo 1, en el que 1 es un depósito; 2, una bomba; 3, un conducto; 4, un calentador para un medio de calentamiento; 5, un precalentador; 6, una válvula de control de la presión; 7, un primer calentador; 8, un segundo calentador; 9, un tercer calentador; 10, un cuarto calentador; 11, un conducto; 12, una válvula de control de la presión; y 13, un reactor de gasificación. Como sólido combustible se utilizó carbón pulverizado A, carbón general con un tamaño de grano con una medida de malla desde 50 hasta 200. Se mezcló el carbón pulverizado con una cantidad dada de agua en un generador de suspensiones espesas, no mostrado, para preparar una mezcla de carbón y de agua. Se colocó la mezcla en el depósito 1 y se continuó agitando para evitar la sedimentación del carbón pulverizado. En la siguiente Tabla 1 se muestran los contenidos de carbón y de agua y la viscosidad de la mezcla y el calor de combustión total, el contenido de cenizas del carbón, y la temperatura de fusión de las cenizas del carbón.

Tabla 1

Mezcla

Contenido de carbón	50% en peso
Contenido de agua	50% en peso
Viscosidad	4000 cp a 20 grados C hasta 170 cp a 95 grados C

Carbón

Contenido de cenizas	4,3% en peso
Calor de combustión superior (HHV)	3210 kcal/kg
Punto de fusión de las cenizas	1150 grados C

Se presurizó la mezcla descrita anteriormente con la ayuda de la bomba 2 hasta 11,76 MPa, y luego fue transportada hasta el precalentador 5 a través de la canalización 3 en una cantidad de flujo de 130 kg/hora. El conducto de mezcla en el precalentador 5 tenía un diámetro interno de 6 mm y una longitud total de 80 m. Aquí, se precalienta la mezcla hasta 300 grados C con un medio de calentamiento de 340 grados C en un calentador 4 para un medio de calentamiento. Para evitar que se evapore el agua en la mezcla en el precalentador 5 y también para compensar la pérdida de presión, se mantuvo la presión en el lado de la bomba del conducto de mezcla a una presión de 10,58 MPa, que es mayor que la presión de vapor saturado de agua a 300 grados C, aproximadamente 8,82 MPa. El caudal de la mezcla en el conducto del precalentador 5 era de 1,16 m/s.

La mezcla precalentada hasta 300 grados C en el precalentador 5 fue transferida al primer calentador 7 por medio de la válvula 6 de control de la presión. El conducto de mezcla del primer calentador 7 estaba compuesto de un conducto con un diámetro interno de 2 mm $\times$ 2 m de longitud, un conducto con un diámetro interno de 3 mm $\times$ 4 m de longitud, y un conducto con un diámetro interno de 4 mm $\times$ 4 m de longitud, con una longitud total de 10 m en una dirección del flujo de la mezcla. También se calentó la mezcla en este conducto con un medio de calentamiento de 340 grados C. En un primer calentador 7, se evaporó una parte del agua de la mezcla. El caudal de la mezcla en el conducto del primer calentador 7 fue de 11,5 m/s a una presión de 9,18 MPa en la entrada, siendo el diámetro interno de 2 mm, y 27,95 m/s en la salida, siendo el diámetro interno de 4 mm. La temperatura de la salida era de 268 grados C y la presión en la salida era de 5,24 MPa.

La mezcla que salió del primer calentador 7 fue transportada al segundo calentador 8. Un conducto de mezcla en el segundo calentador 8 tenía un diámetro interno de 6 mm, y una longitud total de 10 m. Aquí, se calentó de nuevo la mezcla con un medio de calentamiento de 340 grados C. Además, se evaporó una parte del agua en la mezcla debido a la expansión adiabática en el segundo calentador 8. El caudal de la mezcla en el conducto del segundo calentador 8 era de 12,55 m/s en la entrada y de 29,25 m/s en la salida. En la salida la temperatura era de 255 grados C y la presión era de 4,19 MPa.

La mezcla que salió del segundo calentador 8 fue transportada entonces al tercer calentador 9. Un conducto de mezcla en el tercer calentador 9 tenía un diámetro interno de 8 mm y una longitud total de 10 m. Aquí, se calentó de nuevo la mezcla con un medio de calentamiento de 340 grados C. Además, se evaporó una parte del agua en la mezcla debido a la expansión adiabática en el tercer calentador 9. El caudal de la mezcla en el conducto del tercer

calentador 9 era de 16,45 m/s en la entrada y de 33,02 m/s en la salida. En la salida la temperatura era de 245 grados C y la presión era de 2,8 MPa.

La mezcla que salió del tercer calentador 9 fue transportada al cuarto calentador 10. El conducto de mezcla en el cuarto calentador 10 tenía un diámetro interno de 12 mm y una longitud total de 30 m. Aquí, se calentó de nuevo la mezcla con un medio de calentamiento de 340 grados C. Además, se evaporó una parte del agua en la mezcla debido a la expansión adiabática en el cuarto calentador 10 y, al final, se convirtió en vapor sustancialmente todo el agua en la mezcla introducida en los calentadores. El caudal de la mezcla en el conducto del cuarto calentador 10 era de 11,3 m/s en la entrada y de 35,76 m/s en la salida. En la salida la temperatura era de 300 grados C y la presión era de 1,96 MPa.

Se introdujo la mezcla calentada de esta manera por medio de la canalización 11 y la válvula 12 de control en el reactor 13 de gasificación en el que se mantuvo la presión a 1,96 MPa. En el reactor de gasificación, se gasificó el carbón pulverizado según un procedimiento conocido. El caudal en la canalización 11 fue casi igual al de la salida del cuarto calentador 10.

Las Figuras 2 y 3 muestran cambios en los caudales y en las presiones entre la salida de la bomba 2 y el reactor 13 de gasificación. Se calculó el caudal de la mezcla a partir de las presiones y de las temperaturas en los conductos de cada calentador.

Se continuaron las anteriores etapas durante 50 horas, durante las cuales se pudieron conseguir operaciones estables sin sedimentación del carbón pulverizado. Después de las operaciones, el conducto que se conectaba al reactor de gasificación y la entrada y la salida de la válvula 12 de control, en la que el caudal a través de la tubería alcanzaba la máxima velocidad, fueron inspeccionados visualmente para apenas encontrar abrasión en cada pared interna.

Ejemplo 2

En el Ejemplo 2, se utilizó el mismo flujo de procedimiento que en el Ejemplo 1, mostrado en la Fig. 1. La viscosidad de la mezcla utilizada en el Ejemplo 2 fue distinta de la de la mezcla utilizada en el Ejemplo 1 dado que el tipo de carbón pulverizado era distinto, como se muestra a continuación. En consecuencia, se cambiaron las longitudes de los conductos de mezcla en el precalentador y en los calentadores, de forma que se garantizaran operaciones estables durante mucho tiempo. As el sólido combustible, se utilizó carbón pulverizado B, carbón general con un tamaño de grano con una medida de malla desde 50 hasta 200, en vez del carbón pulverizado A para preparar una mezcla de carbón y agua según los mismos procedimientos que en el Ejemplo 1. Los contenidos de carbón y de agua y la viscosidad de la mezcla y el calor de combustión total, el contenido de cenizas, y la temperatura de fusión de las cenizas del carbón son los mostrados en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Mezcla

Contenido de carbón	50,0% en peso
Contenido de agua	50,0% en peso
Viscosidad	400 cp a 20 grados C hasta 70 cp a 95 grados C

Carbón

Contenido de cenizas	9,5% en peso
Calor de combustión superior (HHV)	7090 kcal/kg
Punto de fusión de las cenizas	1450 grados C

Se presurizó una mezcla del carbón y del agua mencionados anteriormente hasta 9,87 MPa con la bomba 2 y luego fue transportada al precalentador 5 por medio de la canalización 3 en una cantidad de flujo de 140 kg/hora. Un conducto de mezcla en el precalentador 5 tenía un diámetro interno de 6 mm y una longitud total de 73 m. En este conducto, se precalienta la mezcla hasta 300 grados C con un medio de calentamiento calentado hasta 310 grados C en un calentador 4 para un medio de calentamiento. Para evitar que se evaporase el agua en la mezcla en el precalentador 5 y para compensar la pérdida de presión, se mantuvo la presión en el lado de la bomba del conducto de mezcla a 9,25 MPa, presión que era mayor que la presión de vapor saturado del agua a 300 grados C, aproximadamente 8,82 MPa. El caudal de la mezcla en el conducto del precalentador 5 era de 1,3 m/s.

La mezcla precalentada hasta 300 grados C en el precalentador 5 fue transportada al primer calentador 7 por medio de la válvula 6 de control de la presión. El conducto de mezcla del primer calentador 7 estaba compuesto de un conducto con un diámetro interno de 2 mm $\times$ 3 m de longitud, un conducto con un diámetro interno de 3 mm $\times$ 2 m de longitud, y un conducto con un diámetro interno de 4 mm $\times$ 2 m de longitud unidos en este orden hacia el reactor de gasificación en la dirección del flujo, y la longitud total era de 7 m. La mezcla fue calentada de nuevo en este conducto con un medio de calentamiento de 310 grados C. En el primer calentador 7, se evaporó una parte del agua de la mezcla. El caudal de la mezcla en el primer calentador 7 era de 13,4 m/s a una presión de 8,97 MPa en la entrada del conducto, con un diámetro interno de 2 mm, y 23,7 m/s en la salida del conducto, con un diámetro interno de 4 mm. La temperatura de la salida era de 252 grados C y la presión en la salida era de 4,03 MPa.

La mezcla que salió del primer calentador 7 fue transportada al segundo calentador 8. El conducto de mezcla del segundo calentador 8 tenía un diámetro interno de 6 mm y una longitud total de 11,5 m. También se calentó la mezcla aquí con un medio de calentamiento de 310 grados C. Se evaporó además una parte del agua en la mezcla debido a la expansión adiabática en el segundo calentador 8. El caudal de la mezcla en el segundo calentador 8 era de 10,8 m/s en la entrada del conducto y de 19,9 m/s en la salida. En la salida la temperatura era de 245 grados C y la presión era de 3,55 MPa.

La mezcla que salió del segundo calentador 8 fue transportada al tercer calentador 9. El conducto de mezcla del tercer calentador 9 tenía un diámetro interno de 8 mm y una longitud total de 16,5 m. También se calentó la mezcla aquí con un medio de calentamiento de 310 grados C. Se evaporó, además, una parte del agua en la mezcla debido a la expansión adiabática en el tercer calentador 9. El caudal de la mezcla en el tercer calentador 9 era de 11,4 m/s en la entrada y de 25,8 m/s en la salida. En la salida la temperatura era de 227 grados C y la presión era de 2,54 MPa.

La mezcla que salió del tercer calentador 9 fue transportada al cuarto calentador 10. El conducto de mezcla del cuarto calentador 10 tenía un diámetro interno de 12 mm y una longitud total de 19 m. También se calentó la mezcla aquí con un medio de calentamiento de 310 grados C. Se evaporó además una parte del agua en la mezcla debido a la expansión adiabática en el cuarto calentador 10 y, al final, se convirtió en vapor sustancialmente todo el agua en la mezcla introducida en los calentadores. El caudal de la mezcla en el cuarto calentador 10 era de 11,7 m/s en la entrada y de 19,9 m/s en la salida. En la salida la temperatura era de 244 grados C y la presión era de 1,96 MPa.

La mezcla calentada de esta manera fue introducida por medio de la canalización 11 y la válvula 12 de control al reactor 13 de gasificación mantenido a una presión de 1,96 MPa. En el reactor de gasificación, se gasificó el carbón pulverizado según un procedimiento conocido. El caudal de la mezcla en la canalización 11 fue casi igual que el de la salida del cuarto calentador 10.

En las Figuras 4 y 5 se muestran perfiles de los caudales y de las presiones de la mezcla desde la salida de la bomba 2 hasta el reactor 13 de gasificación descritos anteriormente. Se calculó el caudal de la mezcla a partir de las presiones y de las temperaturas en los conductos de cada calentador.

Se continuaron las etapas mencionadas anteriormente durante 50 horas, durante las cuales se lograron operaciones estables sin sedimentación del carbón pulverizado. Después de las operaciones, el conducto que se conectaba al reactor de gasificación y la entrada y la salida de la válvula 12 de control, en la que el caudal a través de los conductos alcanzaba la máxima velocidad, fueron inspeccionados visualmente para apenas encontrar abrasión en cada pared interna como en el Ejemplo 1.

Aplicabilidad industrial

La presente invención proporciona un procedimiento de alimentación de una mezcla que comprende un sólido combustible y agua a un horno de combustión o a un reactor de gasificación en el que se convierte al menos una parte del agua en la mezcla en una forma de vapor, y en el que casi no se produce abrasión en las tuberías y es posible una alimentación estable a un horno de combustión o a un reactor de gasificación sin sedimentación del sólido combustible.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de alimentación de una mezcla que comprende un sólido combustible y agua a un horno de combustión o a un reactor (13) de gasificación, que comprende calentar la mezcla con un calentador (5, 7, 8, 9, 10) para convertir al menos una parte del agua en la mezcla en una forma de vapor y alimentar toda la mezcla a un horno de combustión o a un reactor de gasificación, en el que se transfiere toda la mezcla entre una entrada del calentador y el horno de combustión o el reactor de gasificación por medio de una bomba (2), en el que una presión de descarga en la bomba (2) es mayor que una presión interna en el horno de combustión o en el reactor (13) de gasificación en al menos 1,5 MPa y no mayor de 22,12 MPa, y el caudal de dicha mezcla con al menos una parte del agua que está en forma de vapor es desde 6 hasta 50 m/s en un conducto en el calentador y en un conducto (11) entre una salida del calentador (5, 7, 8, 9, 10) y una entrada del horno de combustión o del reactor (13) de gasificación
caracterizado porque
 un diámetro interno del conducto (11) en el calentador se vuelve mayor de forma progresiva o por etapas en una dirección del flujo de la mezcla, de forma que se convierte de forma progresiva o por etapas el agua en la mezcla en una forma de vapor.
2. El procedimiento según la Reivindicación 1, en el que una presión de descarga en la bomba (2) es mayor que una presión interna del horno de combustión o del reactor (13) de gasificación en una cantidad comprendida entre 3,0 MPa y 15,0 MPa.
3. El procedimiento según la Reivindicación 1, en el que una presión de descarga en la bomba (2) es mayor que una presión interna en el horno de combustión o en el reactor (13) de gasificación en una cantidad comprendida entre 4,0 MPa y 15,0 MPa.
4. El procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 1-3, en el que dicho caudal es desde 8 hasta 40 m/s.
5. El procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 1-3, en el que dicho caudal es desde 10 hasta 40 m/s.
6. El procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 1-5, en el que un diámetro interno del conducto en el calentador se vuelve mayor por etapas en una dirección del flujo de la mezcla, y en el que se proporciona una válvula (6) de reducción de presión entre secciones del conducto con distintos diámetros, de forma que se convierta el agua en la mezcla en una forma de vapor con ayuda de la válvula de reducción de presión.
7. El procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 1-6, en el que un diámetro interno del conducto en el calentador se vuelve mayor entre 2 y 12 etapas.
8. El procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 1-6, en el que un diámetro interno del conducto en el calentador se vuelve mayor entre 4 y 12 etapas.
9. El procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 1-6, en el que un diámetro interno del conducto en el calentador se vuelve mayor entre 6 y 12 etapas.
10. El procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 1-9, en el que se inyecta un gas no inflamable inmediatamente corriente abajo desde un lugar en el que el diámetro interno del conducto se vuelve mayor.
11. El procedimiento según la Reivindicación 10, en el que dicho gas no inflamable es vapor, nitrógeno, o dióxido de carbono.
12. El procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 1-11, en el que se convierte sustancialmente toda el agua en una forma de vapor.
13. El procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 1-12, en el que el calentamiento mediante el calentador se lleva a cabo a una temperatura desde 150 hasta 450 grados C a una presión desde 1,5 hasta 22,12 MPa.
14. El procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 1-12, en el que el calentamiento mediante el calentador se lleva a cabo a una temperatura desde 200 hasta 400 grados C a una presión desde 3,0 hasta 22,12 MPa.
15. El procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 1-12, en el que el calentamiento mediante el calentador se lleva a cabo a una temperatura desde 200 hasta 365 grados C a una presión desde 4,0 hasta 20,0 MPa.
16. El procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 1-15, en el que el calentamiento se lleva a cabo con un medio de calentamiento con una temperatura desde 200 hasta 600 grados C.

17. El procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 1-16, en el que se proporciona una válvula (12) de control de la presión entre la salida del calentador y la entrada del horno de combustión o del reactor (13) de gasificación.
- 5 18. El procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 1-17, en el que se proporciona un precalentador (5) corriente arriba del calentador (7, 8, 9, 10).
19. El procedimiento según la Reivindicación 18, en el que se proporciona una válvula (6) de reducción de presión en la salida del precalentador (5).
- 10 20. El procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 1-19, en el que un contenido de agua en la mezcla que comprende un sólido combustible y agua es desde el 27 hasta el 80% en peso, con respecto al peso total de la mezcla.
21. El procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 1-19, en el que un contenido de agua en la mezcla que comprende un sólido combustible y agua es desde el 30 hasta el 40% en peso, con respecto al peso total de la mezcla.
- 15 22. El procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 1-19, en el que un contenido de agua en la mezcla que comprende un sólido combustible y agua es desde el 30 hasta el 35% en peso, con respecto al peso total de la mezcla.

Fig. 1

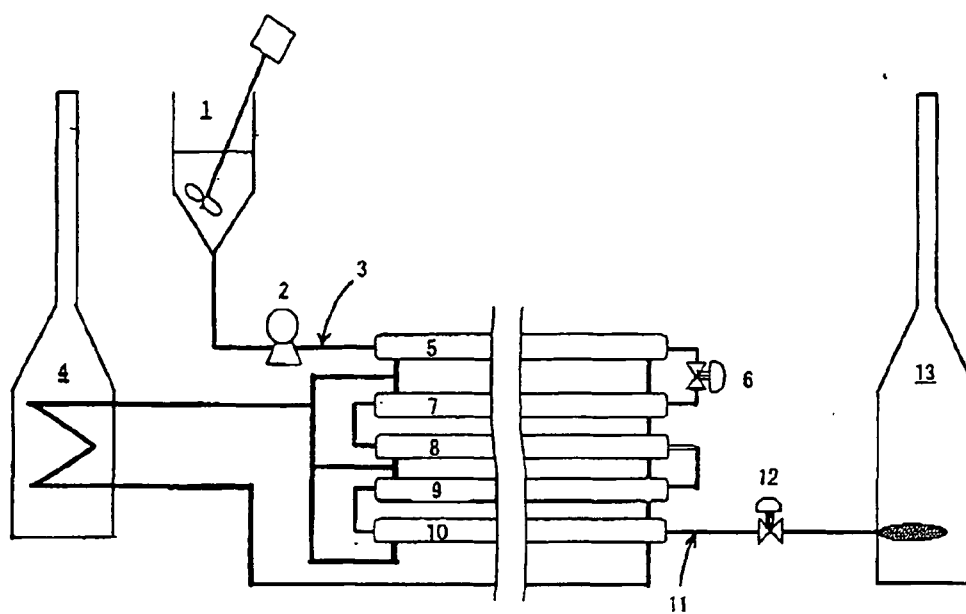


Fig. 2

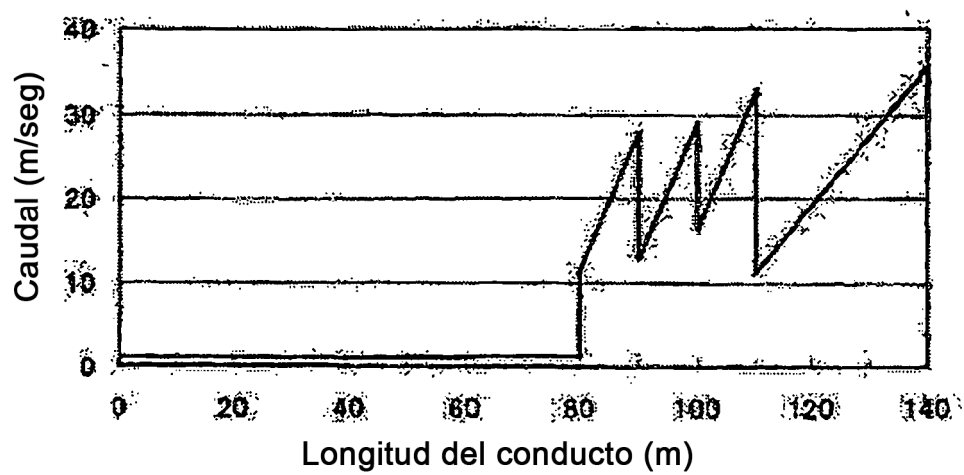


Fig. 3

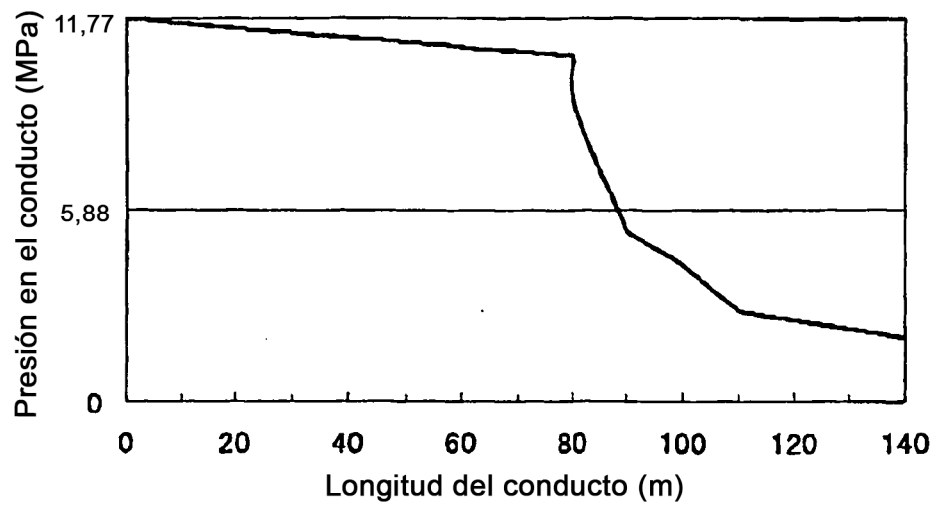


Fig. 4

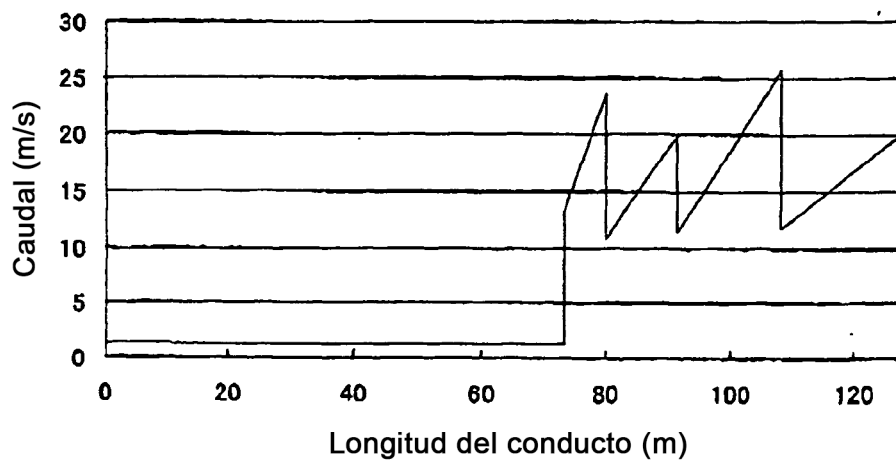


Fig. 5

