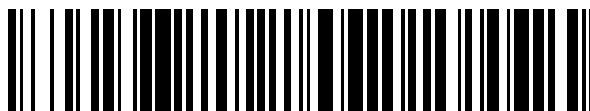


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 600 809**

51 Int. Cl.:

C03B 5/235 (2006.01)

F23D 14/84 (2006.01)

F23D 14/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.07.2009 PCT/EP2009/058248**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.01.2010 WO10000771**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2009 E 09772471 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.08.2016 EP 2307324**

54 Título: **Conjunto de quemador de flexibilidad reforzada**

30 Prioridad:

02.07.2008 EP 08011920

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.02.2017

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS
GEORGES CLAUDE (100.0%)
75, Quai d'Orsay
75007 Paris , FR**

72 Inventor/es:

**CONSTANTIN, GABRIEL;
TSIAVA, RÉMI;
GRAND, BENOIT;
DOUXCHAMPS, OLIVIER;
AMIRAT, MOHAND;
WAGEMANS, FABRICE y
BEHEN, JOHAN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 600 809 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

Conjunto de quemador de flexibilidad reforzada

La presente invención se refiere a un conjunto de quemador de flexibilidad reforzada y, en particular, a un tal quemador que quema combustible y/o de combustión escalonada.

5 Es bien sabido utilizar quemadores y, particularmente, quemadores de combustión escalonada, para el calentamiento de una carga en un horno, tal como un horno de fusión. Un ejemplo de un tal quemador se da en el documentos US 6 331 107 B1.

10 Es indispensable un mantenimiento regular del quemador para su buen funcionamiento. El mantenimiento de un quemador comprende generalmente la inspección del estado de los inyectores o tubos de combustible, su limpieza o su sustitución.

Un tal mantenimiento necesita normalmente la puesta fuera de funcionamiento del quemador en la duración del procedimiento de mantenimiento.

En el caso de un horno provisto de un solo quemador, la puesta fuera de funcionamiento del quemador corresponde a una parada del calentamiento del horno.

15 En el caso de un horno provisto de varios quemadores, se contempla en teoría compensar la pérdida de potencia, debida a la puesta fuera de funcionamiento de uno de los quemadores para su mantenimiento, por un aumento correspondiente de la potencia de los otros quemadores del horno. Sin embargo, una tal solución entraña un cambio en el perfil térmico del horno durante la puesta fuera de funcionamiento del quemador.

20 Es evidente que el control del campo de temperaturas en un horno industrial es esencial para el rendimiento del horno y para la calidad del producto que sale del horno.

25 Se deduce de lo que antecede que, debido al hecho de que el mantenimiento de un quemador implica su puesta fuera de funcionamiento, la operación de mantenimiento del o de los quemadores de un horno industrial tiene un impacto negativo transitorio sobre el rendimiento del horno y/o la calidad del producto. Por otra parte, el mantenimiento del o de los quemadores es indispensable para la seguridad del horno y su productividad a más largo plazo.

Existe por tanto la necesidad de poder al menos limitar los tiempos de parada de un quemador de un horno industrial durante su mantenimiento.

Otro problema importante al que deben hacer frente los operadores de hornos industriales es la inestabilidad del precio de los combustibles, tales como el gas natural.

30 En respuesta, los operadores de hornos industriales desean poder suscribir contratos de suministro intermitentes de combustible. Ello se concreta por un menor coste del combustible; pero, como contrapartida, los distribuidores pueden detener temporalmente el aprovisionamiento. Los clientes son prevenidos de antemano de la detención del suministro y los contratos son negociados de manera que cuanto más cortos son los retardos de información más pequeño es el coste del combustible negociado.

35 Los operadores de un horno industrial deben ser capaces entonces de cambiar el tipo de combustible, por ejemplo sustituir el gas natural por combustible líquido en un tiempo muy corto.

40 El paso de un quemador de un combustible a un segundo combustible necesita generalmente la sustitución de los inyectores de combustible y por tanto, normalmente, una puesta fuera de funcionamiento del quemador. Esta operación puede ocupar varias horas en el caso de reactivos fríos, pero puede extenderse a varios días en el caso de reactivos precalentados.

Los las razones indicadas anteriormente en relación con el mantenimiento de los quemadores, existe una necesidad de poder limitar los tiempos de parada de un quemador de un horno industrial durante un tal cambio de un combustible por otro.

45 La presente invención propone un conjunto de quemador que permite proceder al mantenimiento de los tubos de combustible sin tener que parar el quemador, incluso sin tener que disminuir la potencia del quemador.

La presente invención propone igualmente un conjunto de quemador que permite el paso de un primer combustible a un segundo combustible o a una combinación de varios combustibles, y viceversa, sin tener que detener el quemador o disminuir la potencia del quemador.

La presente invención se refiere más particularmente a un conjunto de quemador que comprende:

50 • un bloque quemador,

- n tubos o inyectores de combustible llamados tubos de primer combustible, siendo $n > 1$,
- un dispositivo de alimentación de comburente y
- un primer dispositivo de alimentación de combustible.

5 Según la invención, el bloque quemador presenta una cara de entrada y una cara de salida, al menos un paso de comburente entre la cara de entrada y la cara de salida y al menos un paso de tubo de combustible entre la cara de entrada y la cara de salida. El citado bloque quemador es tal que pueden estar montados m tubos de combustible simultáneamente en el bloque quemador a través de al menos un paso de tubo de combustible, siendo $m > 1$.

10 Cada uno de los tubos del primer combustible es apto para ser montado en el o en uno de los pasos de tubo de combustible y ser retirado del citado paso de tubo de combustible por la cara de entrada del bloque quemador. Para el mantenimiento de dichos tubos, es importante, en efecto, poder introducir y retirar los tubos sin que los tubos, el bloque quemador y en particular el o los pasos de tubo de combustible sean dañados.

El dispositivo de alimentación de comburente es apto para transportar un flujo de comburente desde una fuente de comburente hacia el bloque quemador para su inyección a través de al menos un paso de comburente en una zona de combustión situada aguas abajo de la cara de salida.

15 De manera análoga, el primer dispositivo de alimentación d combustible es apto para transportar un flujo de un primer combustible desde una fuente de primer combustible hacia el bloque quemador para su inyección en la zona de combustión a través de uno de los pasos de tubos de combustible. Este primer dispositivo de alimentación de combustible comprende una primera tubería de alimentación, un primer caudalímetro, un primer distribuidor y n primeras tuberías flexibles de alimentación que unen el primer distribuidor a los n tubos de primer combustible. La primera tubería de alimentación es más particularmente apta para transportar el citado flujo del primer combustible desde la fuente de primer combustible hacia el primer distribuidor. El primer caudalímetro es apto para regular el caudal de flujo del primer combustible desde la fuente del primer combustible hacia el primer distribuidor, y el primer distribuidor es apto para repartir el flujo del primer combustible en n flujos secundarios por las n primeras tuberías flexibles.

20

25 Las tuberías flexibles facilitan mucho la introducción de los tubos de combustible en el o los pasos de tubo de combustible, así como la retirada de los tubos de combustible de los citados pasos.

El conjunto de quemador según la presente invención se caracteriza principalmente por que el primer dispositivo de alimentación de combustible comprende una o varias válvulas que permiten cerrar y abrir las n primeras tuberías flexibles una a una de manera que, cuando x de las n primeras tuberías flexibles son cerradas por las citadas una o varias válvulas, siendo $1 \leq x \leq n-1$, el primer distribuidor reparte el flujo del primer combustible en las n-x primeras tuberías flexibles que están abiertas para la inyección en la zona de combustión por el o los tubos de primer combustible vinculados a las citadas primeras tuberías flexibles abiertas.

30

El conjunto que quemador según la invención permite así, durante el mantenimiento de uno, incluso eventualmente de varios, de sus tubos de primer combustible, mantener el conjunto de quemador en funcionamiento y ello sin tener que reducir el nivel de potencia suministrada por dicho conjunto de quemador a la zona de combustión. De esta manera, es fuertemente reducido el efecto del mantenimiento de los tubos del primer combustible sobre el perfil térmico del horno, y por ello sobre la productividad del horno y/o la calidad del producto que sale del horno.

35

Evidentemente, cuando el número x de las primeras tuberías flexibles cerradas por las citadas una o varias válvulas es igual a n-1, la totalidad del flujo del primer combustible es enviada a la única primera tubería flexible dejada abierta por el primer distribuidor. Cuando están cerradas todas las primeras tuberías flexibles, no es inyectado ningún flujo de primer combustible en la zona de combustión.

40

Cada primera tubería flexible puede, por ejemplo, estar provista de una válvula que permita abrir y cerrar esta tubería flexible. El primer dispositivo de alimentación de combustible puede comprender igualmente una válvula que permita cerrar y abrir selectivamente una o varias de las primeras tuberías flexibles.

45 El conjunto de quemador puede comprender una unidad central de mando para la apertura y el cierre de las primeras tuberías flexibles por la o las válvulas del primer dispositivo de alimentación de combustible y/o medios para el la operación manual de esta o estas válvulas.

En el presente contexto se considera que una tubería flexible está cerrada cuando no permite el paso de un flujo de combustible y que una tubería flexible está abierta cuando permite el paso de un flujo de combustible a través de la tubería flexible.

50

El primer combustible puede, en particular, ser un combustible gaseoso (tal como el gas natural) o un combustible líquido, como el fuel oil.

Según una forma de realización, el número n de tubos del primer combustible es igual al número m de de pasos de

tubos de combustible en el bloque quemador.

Según una forma de realización alternativa, el número n de tubos del primer combustible es igual al número m de pasos de combustible +1.

5 De ese modo, para un conjunto de quemador que tenga un funcionamiento normal, una inyección del primer combustible en la zona de combustión por medio de m tubos del primer combustible, esta forma de realización permite, durante la puesta fuera de funcionamiento de uno de los tubos del primer combustible para su mantenimiento por el cierre de la primera tubería flexible correspondiente, sustituir, en el bloque quemador, el tubo en mantenimiento por el m+1ésimo tubo del primer combustible y abrir la primera tubería flexible que corresponda a este m+1ésimo tubo de manera que se pueda operar el conjunto de quemador con m tubos del primer combustible durante el mantenimiento de uno de los tubos del primer combustible. De esta manera, se reduce aún más claramente, incluso se elimina, el efecto del mantenimiento de los tubos del primer combustible sobre el perfil térmico en el horno, y por tanto sobre la productividad del horno y/o la calidad del producto que sale del horno.

15 Es igualmente posible prever una fuente de combustible llamada de reserva, unida por medio de un dispositivo de alimentación de combustible de reserva a un tubo de combustible de reserva, de manera que se pueda, para un conjunto de quemador que esté en funcionamiento normal, efectuar una inyección del primer combustible en la zona de combustión por medio de m tubos del primer combustible, durante la puesta fuera de funcionamiento de uno de los m tubos del primer combustible para su mantenimiento por el cierre de la primera tubería flexible correspondiente, sustituir en el bloque quemador, el tubo de primer combustible en mantenimiento por este tubo de combustible de reserva y poder así hacer funcionar el conjunto de quemador con m-1 tubos del primer combustible y el tubo de combustible de reserva durante el mantenimiento de uno de los tubos del primer combustible. Un tal modo de funcionamiento está particularmente indicado en el caso de un horno u otra instalación industrial que comprenda un número importante de conjuntos de quemador.

25 El combustible de reserva puede ser igualmente un combustible gaseoso o líquido. El combustible de reserva es ventajosamente un combustible líquido, dada principalmente la facilidad de almacenamiento y de transporte de un tal combustible.

El combustible de reserva puede ser del mismo tipo (gaseoso, líquido, ...) o de tipo diferente que el primer combustible. La composición del combustible de reserva puede corresponder a, o ser diferente de, la composición del primer combustible.

30 La presente invención se refiere igualmente a un conjunto de quemador tal como el descrito anteriormente y que comprende igualmente:

- p tubos del segundo combustible, siendo $p > 1$ y
- un segundo dispositivo de alimentación de combustible.

35 Cada uno de los citados tubos del segundo combustible es apto para ser montado en el o en uno los pasos de tubos de combustible y para ser retirado del citado paso de tubo de combustible por la cara de entrada, como ya se ha indicado anteriormente para los tubos del primer combustible.

40 El segundo dispositivo de combustible es apto para transportar un flujo de un segundo combustible desde una fuente del segundo combustible hacia el bloque quemador para su inyección en la zona de combustión a través de uno o de los pasos de combustible. El segundo dispositivo de alimentación de combustible comprende una segunda tubería de alimentación, un segundo caudalímetro, un segundo distribuidor y p segundas tuberías flexibles que unen el segundo distribuidor a los p tubos del segundo combustible.

45 La segunda tubería de alimentación es apta para transportar el flujo del segundo combustible desde la fuente del segundo combustible hacia el segundo distribuidor. El segundo caudalímetro es apto para regular el caudal del flujo del segundo combustible desde la fuente del segundo combustible hacia el segundo distribuidor. El segundo distribuidor es apto para repartir el flujo de segundo combustible en p flujos secundarios por las p segundas tuberías flexibles.

50 Según esta forma de realización de la invención, el segundo dispositivo de alimentación de combustible comprende una o varias válvulas que permiten cerrar y abrir las p segundas tuberías flexibles una a una de manera que, cuando y de las p segundas tuberías flexibles son cerradas por las citadas una o varias válvulas, siendo $1 \leq y \leq p-1$, el segundo distribuidor reparte el flujo de segundo combustible por la o las p-y segundas tuberías flexibles que están abiertas para su inyección en la zona de combustión por el o los tubos del segundo combustible unidos a dicha o dichas segundas tuberías flexibles abiertas.

Cada segunda tubería flexible puede, por ejemplo, estar provista de una válvula que permita abrir y cerrar esta tubería flexible. El segundo dispositivo de alimentación de combustible puede comprender igualmente una válvula que permita cerrar y abrir selectivamente una o varias de las segundas tuberías flexibles.

El conjunto de quemador puede comprender una unidad central de mando para la apertura y el cierre de las segundas tuberías flexibles por medio de la o las válvulas del segundo dispositivo de alimentación de combustible y/o medios para el accionamiento manual de estas válvulas.

El segundo combustible puede ser en particular un combustible gaseoso o un combustible líquido.

- 5 El segundo combustible puede del mismo tipo (gaseoso, líquido, ...) que el primer combustible, pero es lo más frecuente en la práctica que sea de tipo diferente.

Cuando se hace referencia a un combustible de reserva, el combustible de reserva puede ser igualmente un combustible gaseoso o líquido. El combustible de reserva es ventajosamente un combustible líquido, tal como fuel oil, principalmente dada la facilidad de almacenamiento y de transporte de un tal combustible.

- 10 El número n de tubos del primer combustible puede ser igual al número p de tubos del segundo combustible.

El número p de tubos del segundo combustible puede ser igual al número m de pasos de tubos de combustible del bloque quemador.

Como ya se ha descrito más arriba a propósito de los tubos del primer combustible, el número p de tubos del segundo combustible puede ser igual al número m de pasos de tubos de combustible +1.

- 15 Los conjuntos de quemador que comprenden 2 pasos de combustible ($m = 2$) han mostrado ser particularmente prácticos para numerosas aplicaciones, y particularmente para hornos de fusión.

El conjunto de quemador según la invención puede ser utilizado en combustiones con aire, pero se muestra particularmente útil para aplicaciones en combustión con oxígeno. La invención se refiere por tanto, en particular, a un conjunto de quemador en el cual la fuente de comburente es una fuente de comburente que tenga un contenido de oxígeno de al menos 80% en volumen, de preferencia de al menos 90% en volumen.

- 20

El conjunto de quemador según la invención es particularmente ventajoso para la combustión escalonada.

El procedimiento de combustión escalonada de los combustibles consiste en dividir la cantidad de comburente necesaria para la combustión total del combustible en al menos dos flujos de comburente introducidos en la zona de combustión a diferentes distancias de la inyección del o de los flujos de combustible en esta zona de combustión. De ese modo, al menos un primer flujo de comburente es inyectado a muy poca distancia de, o junto con, el o los flujos de combustible. El comburente inyectado por este o estos flujos de comburente inyectado(s) más próximos o con el o los flujos de combustible se denomina comburente primario. Este permite particularmente la combustión parcial del combustible a una temperatura controlada que limita, por ejemplo, la formación de los NO_x . El o los otros flujos de comburente son inyectados en la zona de combustión a más grande distancia del combustible que el comburente primario. El comburente así inyectado permite conseguir la combustión del combustible que no haya reaccionado con el comburente primario. El comburente inyectado por este o estos últimos flujos se denomina comburente secundario.

- 25
- 30

El documento WO 02/081967 describe un procedimiento que permite poner en práctica este tipo de procedimiento de combustión escalonada. El oxidante es separado en tres flujos distintos, que son inyectados a diferentes distancias del punto de inyección del combustible y a diferentes velocidades. Así, un primer chorro de oxidante es inyectado con una velocidad elevada al centro del chorro de combustible. A continuación, un segundo chorro de oxidante es inyectado con una velocidad más pequeña a una primera distancia del chorro de combustible. Finalmente, un tercer chorro de oxidante es inyectado a una segunda distancia del chorro de combustible, siendo esta segunda distancia superior a la primera distancia.

- 35

La invención se refiere por tanto igualmente a un conjunto de quemador en el cual el dispositivo de alimentación de comburente es apto para transportar varios flujos de comburente desde una fuente de comburente hacia el boque quemador para su inyección a través del al menos un paso de comburente en la zona de combustión, siendo al menos uno de dichos flujos un flujo de comburente secundario inyectado en la zona de combustión a través de un paso de comburente situado a una distancia $d_s > 0$ del o de los paso de tubo de combustible y siendo al menos uno de dichos flujos de comburente un flujo de comburente primario inyectado en la zona de combustión a través del o de uno de los pasos de tubo de comburente o a través de un paso de comburente situado a una distancia d_p del o de los pasos de tubo de combustible, siendo $0 \leq d_p < d_s$.

- 40
- 45

Según una forma de realización que permite estabilizar del mejor modo la llama en la zona de combustión, al menos uno de los flujos de comburente es un flujo de comburente primario inyectado a través del o de los pasos de tubo de combustible alrededor de uno o de los tubos de combustible.

- 50

Se sabe utilizar un comburente a temperatura elevada, a saber, una temperatura de al menos 100°C, incluso de varios cientos de grados, para mejorar el rendimiento energético de la combustión.

Los inventores han propuesto principalmente, en la solicitud EP-A-1995543, intercambiadores térmicos que permitan

calentar el oxígeno de manera satisfactoria.

El encaminamiento de un oxidante caliente impone la utilización de medios concretos, generalmente fijos, que no se presten a las operaciones frecuentes de mantenimiento citadas en lo que antecede.

5 Según una forma de realización de la invención para la combustión escalonada, el dispositivo de alimentación de comburente comprende medios para el calentamiento de al menos un flujo de comburente secundario a una temperatura de al menos 100°C aguas arriba del bloque quemador, no comprendiendo el citado dispositivo de alimentación de comburente medios para el calentamiento de al menos un flujo de comburente primario. El citado comburente primario, que es inyectado en la zona de combustión a través del o de uno de los pasos de tubos de comburente o a través de uno o de los pasos de comburente situados a una distancia dp del o de los pasos de tubos de comburente, no es pues calentado o precalentado de una temperatura de 100°C o más a la entrada del bloque quemador.

En el presente contexto, los términos «calentado» y «precalentado» son utilizados de manera intercambiable.

De preferencia, el comburente secundario es precalentado a una temperatura a la entrada del bloque quemador entre 100°C y 650°C, de preferencia entre 100°C y 600°C, e incluso de preferencia entre 350°C y 550°C.

15 Esta forma de realización permite mejorar el rendimiento energético gracias a la utilización de un comburente precalentado para el comburente secundario, mientras conserva la flexibilidad reforzada del quemador según la invención, particularmente en lo que concierne al mantenimiento de los tubos de combustible y/o el paso de un primer combustible a un segundo combustible o a una combinación de varios combustibles, y ello gracias a la utilización de un comburente no precalentado para el comburente primario.

20 Para conservar en el sistema la ventaja del equilibrio energético inherente a la utilización de un comburente precalentado, el comburente primario no precalentado no suministra más que una pequeña fracción del conjunto del comburente necesario para la combustión total de combustible. Esta fracción es, de manera útil, inferior a 10% del conjunto del comburente. Ventajosamente, esta proporción está comprendida entre 1,5 y 7% del conjunto de comburente necesario para asegurar la combustión completa del combustible.

25 Se comprenderá que el beneficio de la utilización de un comburente caliente no sea sensiblemente afectado por esta fracción muy limitada de comburente no calentado.

30 Por no (pre)calentado es necesario entender que el comburente (primario) se encuentra en las condiciones de temperatura esencialmente ambientales que prevalecen en el trayecto que lo dirige hacia el horno. Al paso por las paredes refractarias del horno, su temperatura se eleva necesariamente. La temperatura del comburente no (pre)calentado es de preferencia la temperatura ambiente y no debe superar un centenar de grados Celsius, siendo, sin embargo, la temperatura en la proximidad del horno sensiblemente más elevada que la de la atmósfera distanciada del horno.

35 El comburente primario y el comburente secundario pueden tener una composición idéntica o diferente. Cuando el comburente primario y el comburente secundario tienen una misma composición, pueden ser suministrados por una misma fuente de comburente, tal como, por ejemplo, una unidad de separación de gas del aire, atravesando el comburente secundario, aguas arriba del bloque quemador, medios para el precalentamiento del citado comburente secundario, tales como principalmente intercambiadores de calor, mientras que el comburente primario no atraviesa medios para su precalentamiento aguas arriba del bloque quemador.

40 El bloque quemador puede consistir en un solo ladrillo. El bloque quemador puede igualmente, de manera ventajosa, estar constituido por un conjunto de varios ladrillos, típicamente de ladrillos refractarios. Cuando el bloque quemador consiste en varios ladrillos, los citados ladrillos pueden estar espaciados, particularmente cuando el conjunto de quemador está montado en una pared del horno. La utilización de un bloque quemador que consiste en varios ladrillos permite en particular un escalonamiento más espaciado de la combustión, es decir: la inyección de al menos un chorro de comburente secundario a una distancia más grande de la o de las inyecciones de combustible. Un bloque quemador que consista de varios ladrillos puede permitir igualmente una inyección más espaciada de diferentes chorros de combustible.

45 Como ya se ha indicado anteriormente, la invención se refiere particularmente a un conjunto de quemador en el cual el bloque quemador está montado en una pared del horno, estando situada en el interior del horno la zona de combustión aguas abajo de la cara de salida. La invención se refiere igualmente a un horno que comprenda un tal conjunto de quemador.

50 La invención se refiere también a la utilización de uno o varios de estos conjuntos de quemador para efectuar la combustión de comburente y combustible en una zona de combustión y en particular en una tal zona de combustión en el interior de un horno, así como a cualquier procedimiento de combustión por medio de un conjunto de quemador o de un horno según la invención.

55 La invención se refiere principalmente a la utilización de uno o varios conjuntos de quemador para efectuar la

combustión escalonada en la zona de combustión y, en particular, de la combustión escalonada con uno o más flujos de comburente primario no calentado y uno o más flujos de comburente secundario calentado.

Ejemplos

5 Las ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto más claramente de la descripción detallada a modo de ejemplo dada a continuación con referencia a las figuras 1 a 6, en las cuales:

- la figura 1 es una representación esquemática del funcionamiento de los dispositivos de alimentación de combustible y comburente de un conjunto de quemador de combustión escalonada según la invención,
- las figuras 2 y 3 son representaciones esquemáticas del funcionamiento de los dispositivos de alimentación de combustible y comburente de un modo de realización de un conjunto de quemador de combustión escalonada según la invención con un tubo de reserva de primer combustible unido al primer distribuidor antes y durante un procedimiento de mantenimiento de un tubo de primer combustible,
- la figura 4 es una representación esquemática del funcionamiento de los dispositivos de alimentación de combustible y comburente de un modo de realización de un conjunto de quemador de combustión escalonada según la invención con un tubo de reserva unido a una fuente de combustible de reserva,
- las figuras 5 y 6 son representaciones esquemáticas del funcionamiento de los dispositivos de alimentación de combustible y comburente de un modo de realización de un conjunto de quemador de combustión escalonada según la invención durante y después del cambio de un primer combustible por un segundo combustible.

20 En la figura 1, la primera tubería de alimentación 100 del primer dispositivo de alimentación de combustible une una fuente de primer combustible (no ilustrada) al primer distribuidor 101. El flujo del primer combustible desde la fuente de primer combustible hacia el primer distribuidor es regulado por un primer caudalímetro (no ilustrado).

El primer distribuidor 101 está unido a los dos tubos del primer combustible 110 y 111 por las dos primeras tuberías flexibles 120 y 121 ($n = 2$).

25 Cada uno de los dos tubos del primer combustible 110 y 111 se encuentra en el interior de un paso de tubo de combustible 500, 501 entre la cara de entrada y la cara de salida 503 del bloque ($m = 2$).

El primer dispositivo de alimentación de combustible comprende igualmente dos válvulas 130 y 131 que permiten cerrar y abrir las primeras tuberías flexibles 120 y 121 individualmente.

30 La segunda tubería de alimentación 200 del segundo dispositivo de alimentación de combustible une una fuente de segundo combustible (no ilustrada) al segundo distribuidor 201. El segundo dispositivo de alimentación comprende un segundo caudalímetro (no ilustrado) para la regulación de un flujo de segundo combustible desde la fuente de segundo combustible hacia el segundo distribuidor. El segundo dispositivo de alimentación comprende igualmente dos segundas tuberías flexibles 220 y 221 para conectar el segundo distribuidor a dos tubos de segundo combustible (no ilustrados) ($p = 2$), pudiendo cada segunda tubería flexible ser abierta y cerrada mediante las válvulas 230 y 231.

35 El dispositivo de alimentación de comburente comprende dos tuberías de alimentación de oxidante secundario 504 para el transporte de oxidante secundario hacia dos pasos de oxidante secundario 506, 507 situados a una distancia d_s de los pasos de combustible 110, respectivamente 111.

40 El dispositivo de alimentación de comburente comprende igualmente un sistema de alimentación de oxidante primario. En la forma de puesta en práctica ilustrada en las figuras, el sistema de alimentación de oxidante primario comprende una tubería de alimentación de oxidante primario 508 y un distribuidor de oxidante primario 509. El distribuidor de oxidante primario 509 está unido a los pasos de combustible 500 y 501 por conducciones 510, 511. El oxidante primario es inyectado en la zona de combustión 512 a través de una zona anular alrededor de los tubos de combustible 110 y 111 en los pasos de combustible 500 y 501 ($d_p = 0$). El oxidante primario así inyectado alrededor de un tubo de combustible es generalmente denominado «oxidante de ganancia». Las dos válvulas 530 y 531 permiten abrir y cerrar las dos conducciones de oxidante primario 510 y 511.

45 Para cambiar el tipo de combustible o realizar el mantenimiento de uno de los m tubos del primer combustible (aquí $m=2$), al tiempo que se mantiene el quemador encendido y a una potencia constante, es necesario realizar las etapas siguientes:

- (a) Cerrar la primera tubería flexible 120 (121) correspondiente al tubo del primer combustible 110 (111) indicado. Este cierre se realiza cerrando la válvula 130 (131). La totalidad del flujo del primer combustible, por ejemplo gas natural, es entonces desviado automáticamente hacia las $m-1$ (aquí, $m-1=1$) primeras tuberías flexibles todavía abiertas 121 (120) y por tanto hacia los $m-1$ tubos correspondientes del primer combustible 131 (130). La potencia del quemador se mantiene igual.

(b) Detener la circulación de oxidante de ganancia alrededor del tubo del primer combustible indicado 120(121) con el fin de poder efectuar la retirada de este tubo del paso de tubo de combustible 500 (501) cerrando la conducción de oxidante primario 510 (511) por medio de la válvula 530 (531). La totalidad del flujo de oxidante de ganancia es entonces desviado hacia los pasos de combustible 501 (500) en los que se encuentran los m-1 tubos de combustible siempre en funcionamiento 121 (120) (aquí, m-1=1).

(c) Retirar el tubo de primer combustible detenido y realizar eventualmente el mantenimiento necesario.

En el caso de una operación puramente de mantenimiento, después del mantenimiento o la sustitución del tubo del primer combustible en cuestión, es recorrido el procedimiento inverso: el tubo del primer combustible detenido 110 (111) es reintroducido en su paso de tubo de combustible 500 (501); se recomienza la circulación de oxidante de ganancia alrededor de este tubo de primer combustible 110 (111) en este paso de tubo de combustible 500 (501) abriendo la conducción de oxidante primario 510 (511) por medio de la válvula 530 (531), y abrir la primera tubería flexible 120 (121) correspondiente a este tubo del primer combustible 110 (111) por medio de la válvula 130 (131). Entonces es distribuida automáticamente la totalidad del flujo de primer combustible hacia las m (aquí, m = 2) primeras tuberías flexibles 121 y 120 y por tanto hacia los m tubos del primer combustible 131 y 130.

Según este ejemplo, el conjunto de quemador opera con m-1 tubos del primer combustible durante el mantenimiento de uno de los tubos del primer combustible. La potencia del quemador puede permanecer constante durante el procedimiento de mantenimiento y el impacto sobre la productividad del horno y/o sobre la calidad del producto que sale del horno es fuertemente limitado.

El conjunto de quemador ilustrado en la figura 2 permite limitar de antemano el impacto de un procedimiento de mantenimiento o de cambio de tubos de combustible sobre la productividad del horno y/o sobre la calidad del producto que sale del horno, particularmente en el caso en que el operador desee o se vea obligado a hacer un mantenimiento de larga duración.

El primer dispositivo de alimentación de combustible del conjunto de quemador según la figura 2, comprende un m+1ésimo tubo del primer combustible 112, una m+1ésima primera tubería flexible 122 unida al primer distribuidor 101, y una m+1ésima válvula 132 que permite abrir o cerrar la m+1ésima primera tubería flexible 122 (aquí m1 = 3).

Antes del procedimiento de mantenimiento, se cierra la primera tubería flexible 122 y el tubo de primer combustible 112 es puesto fuera de funcionamiento.

Durante el mantenimiento de, por ejemplo, el tubo del primer combustible 110, el operador puede, después de la etapa (c) anterior:

(d) sustituir el tubo de primer combustible 110 por un tubo del mismo combustible 112 previamente unido al primer distribuidor 101 del citado combustible,

(e) recomenzar la circulación de oxidante de ganancia en el paso de tubo de combustible 500, esta vez alrededor del tubo de primer combustible 112 abriendo la conducción de oxidante primario 510 por medio de la válvula 530, y

(f) abrir la primera tubería flexible 122 correspondiente a este tubo de primer combustible 112 por medio de la válvula 132.

Como se muestra en la figura 3, la totalidad del flujo del primer combustible es entonces redistribuido automáticamente hacia las m (aquí, m = 2) primeras tuberías flexibles 122 y 121 y por tanto hacia los m tubos de primer combustible 132 y 131. El mantenimiento del tubo 110 puede ser efectuado entonces mientras el conjunto de quemador funciona en régimen normal.

La figura 4 muestra un modo de realización alternativo del conjunto de quemador según la invención.

En el caso en que el operador desee o se vea obligado a efectuar un mantenimiento de larga duración de, por ejemplo, el tubo de primer combustible 110, el operador puede, después de la etapa (c) anterior:

(g) sustituir el tubo de primer combustible 110 por un tubo de combustible de reserva 310 unido a una fuente de combustible de reserva (no ilustrada), tal como, por ejemplo, una fuente de fuel oil. El tubo de combustible de reserva 310 es un tubo específicamente concebido para la inyección del citado combustible de reserva.

(h) recomenzar la circulación de oxidante de ganancia en el paso de tubo de combustible 500, esta vez alrededor del tubo de combustible de reserva 310, abriendo la conducción de oxidante 510 por medio de la válvula 530, y

(i) abrir la tubería flexible de reserva 320, unida al tubo de combustible de reserva, por medio de la válvula 330 y regular el flujo de combustible de reserva hacia el tubo de combustible de reserva 310 y el flujo de primer combustible hacia los m-1 tubos de primer combustible 111 unidos a las m-1 primeras tuberías flexibles

abiertas 121 (aquí $m-1 = 1$) de manera que se consiga la potencia buscada para el conjunto de quemador.

En el caso preciso del fuel oil, o de otros combustibles líquidos, en calidad de combustible de reserva, cada tubo de fuel oil 310 es igualmente alimentado por un fluido de atomización. En preciso por tanto prever una tubería flexible 420 para este fluido de atomización con su válvula asociada 430. El operador abre la válvula 430 antes de abrir la válvula 330 del fuel oil, que es en este caso el combustible de reserva. Con el fin de llegar a la potencia nominal, el operador disminuye, manualmente o por medios automáticos, la potencia del combustible 1 al tiempo que aumenta la potencia del combustible 2 hasta la mitad de la potencia del quemador, todo ello respetando las consignas de caudal del fluido de atomización.

Como se muestra en la figura 4, el conjunto de quemador opera entonces en régimen mixto con inyección en la zona de combustión, por una parte, de un flujo del primer combustible y, por otra parte, de un flujo de combustible de reserva. Entonces se puede efectuar el mantenimiento del tubo 110 mientras que el conjunto de quemador funciona en régimen mixto con un impacto mínimo sobre la productividad del horno y/o la calidad del producto que sale del horno.

Para sustituir completamente el primer combustible por el segundo combustible en el modo de realización ilustrado en la figura 1, es necesario, como se ilustra en las figuras 5 y 6, seguir un escenario análogo para la sustitución de los m tubos de primer combustible (aquí, $m = 2$) por los p tubos del segundo combustible (aquí, $m = 2$).

Después de la etapa (c) anterior se:

(j) sustituye el tubo de primer combustible 110 por un tubo de segundo combustible 210 unido al segundo distribuidor 201 del segundo combustible,

(k) recomienza la circulación de oxidante de ganancia en el paso de tubo de combustible 500, esta vez alrededor del tubo de segundo combustible 210 abriendo la conducción de oxidante primario 510 por medio de la válvula 530, y

(l) abre la segunda tubería flexible 220 correspondiente a este tubo de segundo combustible 210 por medio de la válvula 230 regulando el flujo de los combustibles primero y segundo hacia los tubos de combustible 111 y 210 unidos a las tuberías flexibles primeras y segundas abiertas 121 y 220 de manera que se consiga la potencia buscada para el conjunto de quemador.

El conjunto de quemador opera entonces (figura 5) en régimen mixto con inyección en la zona de combustión, por una parte, de un flujo del primer combustible y, por otra parte, por un flujo del segundo combustible.

Se repiten a continuación las etapas (j) a (l) para la sustitución de los $m-1$ (aquí, $m-1 = 1$) otros tubos de primer combustible 111 por tubos de segundo combustible 121 para llegar a un funcionamiento del conjunto de quemador únicamente con un flujo del segundo combustible (figura 6) y a la potencia buscada.

Se ese modo, el conjunto de quemador según la invención permite pasar de un primer combustible a un segundo combustible, incluso a un régimen mixto de dos combustibles, sin tener que detener el conjunto de quemador y sin tener que disminuir la potencia del conjunto de quemador y con un impacto mínimo sobre la productividad del horno y/o sobre la calidad del producto que sale del horno.

Las observaciones anteriores referentes a los tubos de combustible líquido se aplican evidentemente al conjunto de los tubos de combustible líquido, que pueden ser tubos del primer combustible, tubos del segundo combustible o tubos de reserva.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto de quemador que comprende:

- 5 • un bloque quemador que presenta una cara de entrada y una cara de salida (503), al menos un paso de comburente (506, 507) entre la cara de entrada y la cara de salida y al menos un paso de tubo de combustible (500, 501) entre la cara de entrada y la cara de salida, siendo el bloque quemador tal que pueden ser montados simultáneamente en el bloque quemador m tubos de combustible a través del al menos un paso de tubo de combustible (500, 501), siendo $m > 1$,
- 10 • n tubos de primer combustible (110, 111), con $n > 1$, siendo apto cada tubo de primer combustible (110, 111) para ser montado en el o en uno de los pasos de tubo de combustible (500, 501) y para ser retirado del citado paso de tubo de combustible (500, 501) por la cara de entrada del bloque quemador,
- un dispositivo de alimentación de comburente apto para transportar un flujo de comburente desde una fuente de comburente hacia el bloque quemador para su inyección a través del al menos un paso de comburente (506, 507) en una zona de combustión situada aguas abajo de la cara de salida (503),
- 15 • un primer dispositivo de alimentación de combustible apto para transportar un flujo de un primer combustible desde una fuente de primer combustible hacia el bloque quemador para su inyección en la zona de combustión a través de uno o de los pasos de combustible (500, 501), comprendiendo el primer dispositivo de alimentación de combustible una primera tubería (100) de alimentación, un primer caudalímetro, un primer distribuidor (101) y n primeras tuberías flexibles (120, 121) que unen el primer distribuidor a los n tubos de primer combustible (110, 111),
- 20 i. siendo apta la primera tubería de alimentación para transportar el flujo del primer combustible desde la fuente de primer combustible hacia el primer distribuidor,
- ii. siendo apto el primer caudalímetro para regular el caudal del flujo del primer combustible desde la fuente de primer combustible hacia el primer distribuidor,
- 25 iii. siendo apto el primer distribuidor para repartir el flujo de primer combustible en n flujos secundarios por n primeras tuberías flexibles,

caracterizado por que:

- 30 • el primer dispositivo de alimentación de combustible comprende una o varias válvulas (130, 131) que permiten cerrar y abrir las n primeras tuberías flexibles una a una de manera que, cuando x de las n primeras tuberías flexibles son cerradas por las citadas una o varias válvulas, siendo $1 \leq x \leq n-1$, el primer distribuidor reparte el flujo del primer combustible en las n-x primeras tuberías flexibles que están abiertas para su inyección en la zona de combustión por el o los tubos de primer combustible unidos a las citadas primeras tuberías flexibles abiertas.

2. Conjunto de quemador según la reivindicación 1, en el que $n = m$

3. Conjunto de quemador según la reivindicación 1, en el que $n = m + 1$.

35 4. Conjunto de quemador según una de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende igualmente:

- p tubos de segundo combustible (210, 211), siendo $p > 1$, siendo apto cada tubo de segundo combustible para ser montado en el o en uno de los pasos de tubo de combustible (500, 501) y para ser retirado del citado paso de tubo de combustible por la cara de entrada,
- 40 • un segundo dispositivo de alimentación de combustible apto para transportar un flujo de un segundo combustible desde una fuente de segundo combustible hacia el bloque quemador para su inyección en la zona de combustión (512) a través de uno o de los pasos de tubo de combustible (500, 501), comprendiendo el segundo dispositivo de alimentación de combustible una segunda tubería de alimentación (200), un segundo caudalímetro, un segundo distribuidor (201) y p segundas tuberías flexibles (220, 221) que unen el segundo distribuidor a los p tubos de segundo combustible,
- 45 i. siendo la segunda tubería de alimentación apta para transportar el flujo del segundo combustible desde la fuente de segundo combustible hacia el segundo distribuidor,
- ii. siendo apto el segundo caudalímetro para regular el caudal del flujo del segundo combustible hacia el segundo distribuidor,
- 50 iii. siendo el segundo distribuidor apto para repartir el flujo de segundo combustible en p flujos secundarios por las p segundas tuberías flexibles,

caracterizado por que:

- 5
 - el segundo dispositivo de alimentación de combustible comprende una o varias válvulas (230, 231) que permiten cerrar y abrir las p segundas tuberías flexibles una a una de manera que, cuando y de las p segundas tuberías flexibles son cerradas por las citadas una o varias válvulas, siendo $1 \leq y \leq p-1$, el segundo distribuidor reparte el flujo de segundo combustible por la o las p -y segundas tuberías flexibles que están abiertas para la inyección en la zona de combustión por el o los tubos de segundo combustible unidos a las citadas segundas tuberías flexibles abiertas.
- 5. Conjunto de quemador según la reivindicación 4, en el que $n = p$.
- 6. Conjunto de quemador según la reivindicación 4 ó la 5, en el que $p = m$.
- 10
 - 7. Conjunto de quemador según la reivindicación 4 ó la 5, en el que $p = m + 1$.
 - 8. Conjunto de quemador según una de las reivindicaciones precedentes, en el que $m = 2$.
 - 9. Conjunto de quemador según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la fuente de comburente es una fuente de comburente que tiene un contenido de oxígeno de al menos 80% en volumen, de preferencia de al menos 90% en volumen.
- 15
 - 10. Conjunto de quemador según una de las reivindicaciones precedentes para la combustión escalonada, en el que el dispositivo de alimentación de comburente es apto para transportar varios flujos de comburente hacia el bloque quemador para su inyección en la zona de combustión (512):
 - siendo al menos uno de dichos flujos de comburente un flujo de comburente secundario inyectado en la zona de combustión a través de un paso de comburente (506, 507) situado a una distancia $d_s > 0$ del o de los pasos de tubo de combustible (500, 501) y
 - siendo al menos uno de dichos flujos de comburente un flujo de comburente primario inyectado en la zona de combustión
 - a través del paso o de uno de los pasos de tubo de combustible (500, 501) o
 - a través de un paso de comburente situado a una distancia d_p del o de los pasos de tubo de combustible, siendo $d_p < d_s$.
- 20
 - 11. Conjunto de quemador según la reivindicación 12, en el que al menos uno de los flujos de comburente es un flujo de comburente primario inyectado a través del paso o de uno de los pasos de tubo de combustible (500, 501) y alrededor de uno de los tubos de combustible (500, 501).
- 30
 - 12. Conjunto de quemador según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el bloque quemador es un conjunto de varios ladrillos refractarios.
 - 13. Conjunto de quemador según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el bloque quemador está montado en una pared de un horno, estando situada en el interior del horno la zona de combustión (512) de aguas abajo de la cara de salida (503).
 - 14. Horno que comprende un conjunto de quemador según la reivindicación 13.
- 35
 - 15. Procedimiento de combustión por medio de un conjunto de quemador según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 o por medio de un horno según la reivindicación 14.

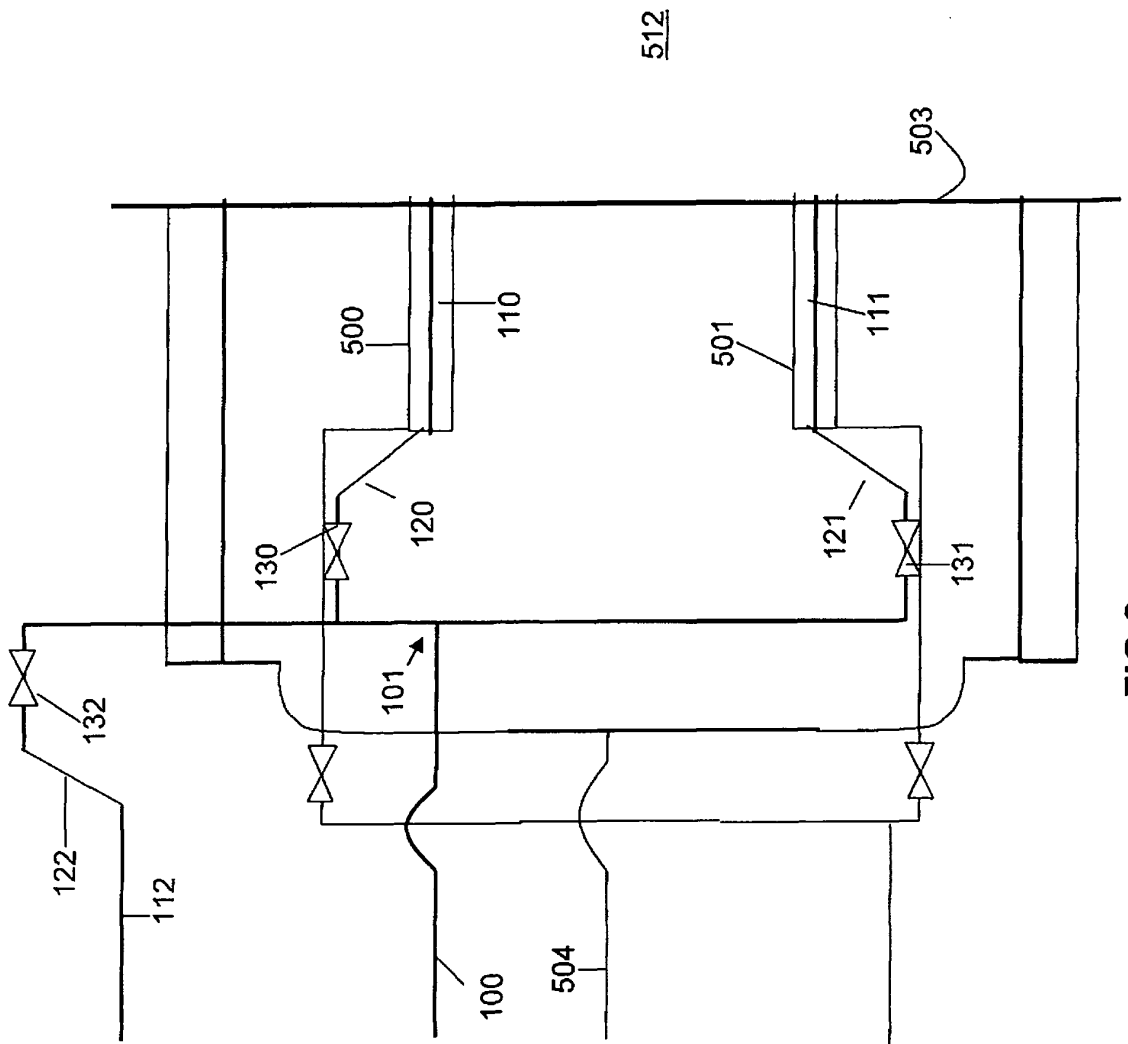


FIG 2

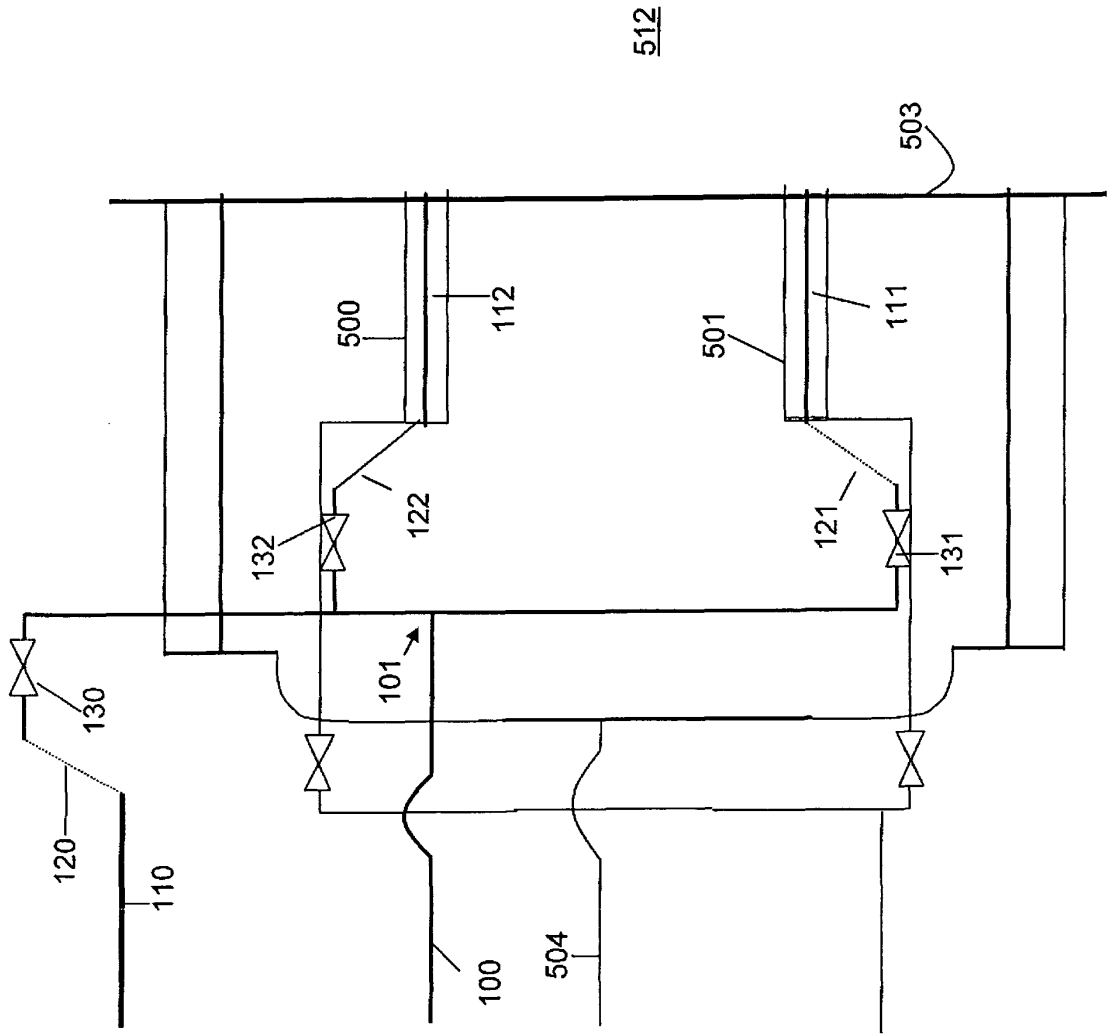


FIG 3

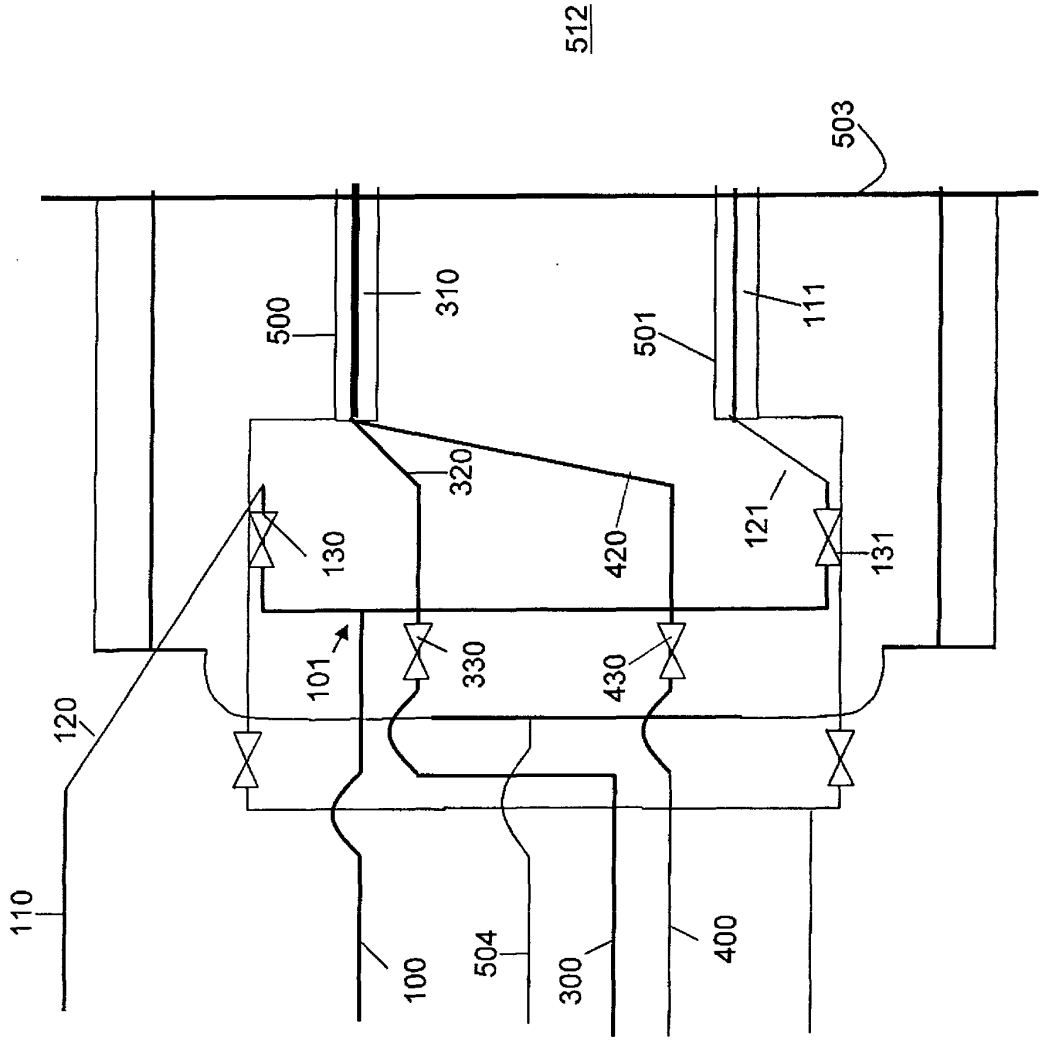


FIG 4

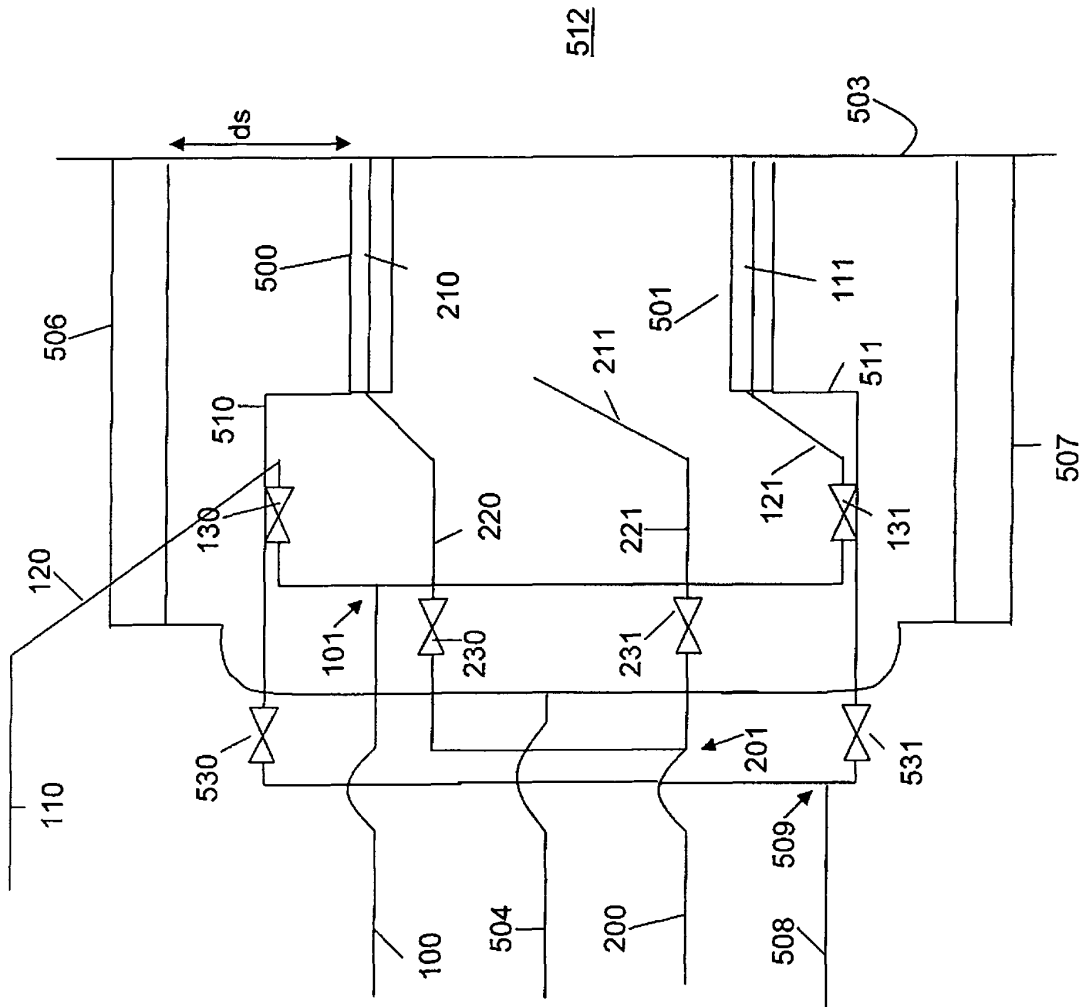


FIG 5

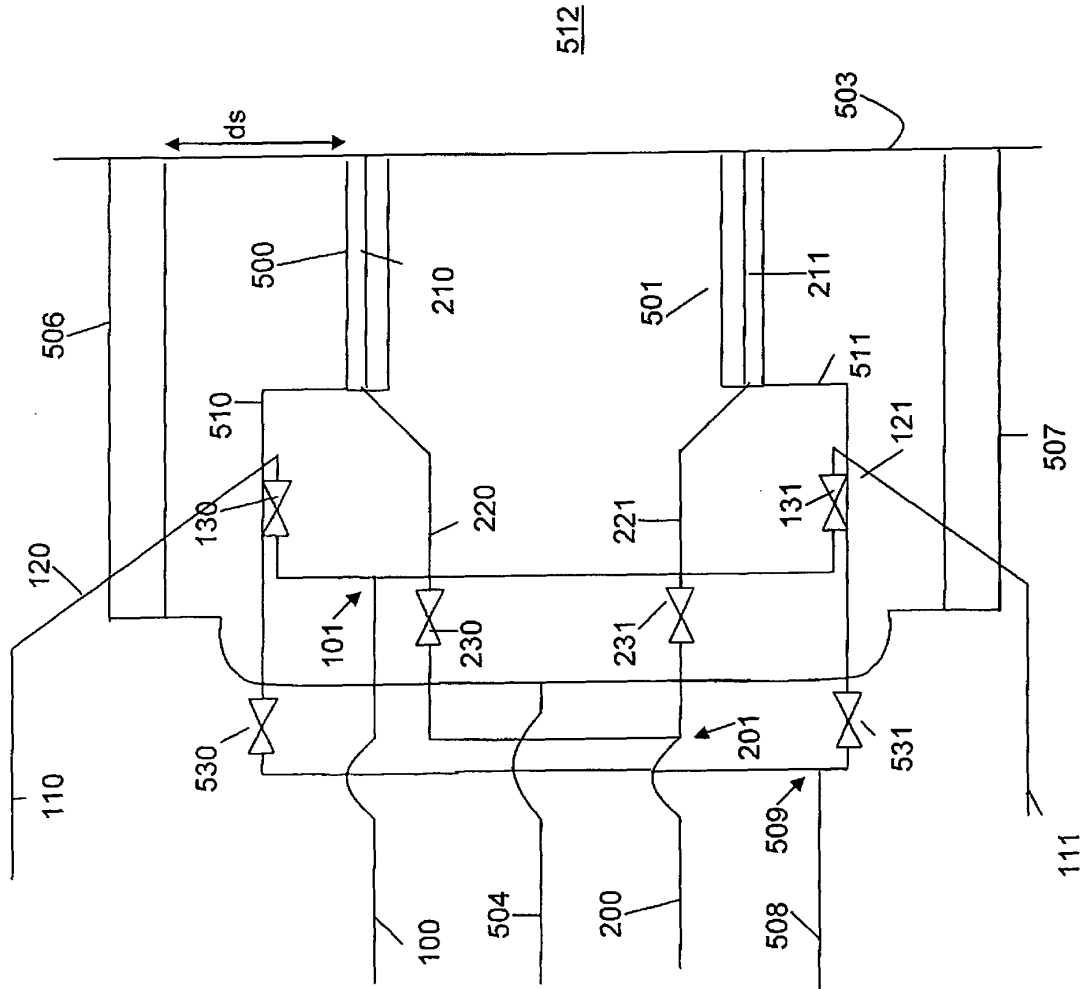


FIG 6