

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 769 076**

51 Int. Cl.:

| | |
|-------------------|-----------|
| C09C 1/50 | (2006.01) |
| F28D 7/00 | (2006.01) |
| F28D 7/10 | (2006.01) |
| F28D 7/16 | (2006.01) |
| B01J 12/00 | (2006.01) |
| B01J 19/00 | (2006.01) |
| F28F 19/00 | (2006.01) |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.10.2016 PCT/EP2016/075406**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.04.2017 WO17068139**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.10.2016 E 16790299 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019 EP 3365393**

54 Título: **Disposición de intercambiador de calor para una instalación de producción de negro de carbón industrial**

30 Prioridad:

23.10.2015 DE 102015220742

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

24.06.2020

73 Titular/es:

**ARVOS GMBH (100.0%)
Ellenbacher Straße 10
34123 Kassel, DE**

72 Inventor/es:

**JAGUSCH, SILKE;
LAUER, JÜRGEN;
HOMOKI, GREGORY GENE y
GEISLER, JAMES FRANCIS**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 769 076 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

Disposición de intercambiador de calor para una instalación de producción de negro de carbón industrial

- 5 La presente invención se refiere a una instalación de producción de negro de carbón industrial con al menos un reactor para producir un gas de combustión, y con un sistema de intercambiador de calor.

10 El negro de carbón industrial, denominado también carbon black, se encuentra actualmente entre los 50 productos químicos más producidos en todo el mundo. Usualmente, el negro de carbón industrial se produce en instalaciones de producción separadas. Las instalaciones de producción de negro de carbón industrial presentan un reactor, en el cual se quema por completo gas natural o aceite, y el gas de combustión que se produce, a continuación, se filtra para separar el negro de carbón industrial. El aire de reacción utilizado para la combustión, en la mayoría de los casos, se calienta previamente antes de ser conducido hacia el reactor. Para ello, en la mayoría de los casos, el gas de combustión, antes del filtrado, es conducido a través de un intercambiador de calor, mediante el cual se calienta
15 previamente el aire de reacción. Mediante el calentamiento previo del aire de reacción puede aumentarse el grado de efectividad térmico de la instalación de producción de negro de carbón industrial.

20 En la producción de negro de carbón industrial, en la mayoría de los casos, el gas de combustión se enfría de forma abrupta mediante la inyección de agua, mediante el así llamado templado. De este modo, tiene que asegurarse que esté detenido el curso de la reacción y, con ello, que el negro de carbón industrial contenido en el gas de combustión posea la calidad deseada. En el documento WO2015/073614 A2 se describe la utilización de intercambiadores de calor para enfriar el gas de combustión. En el documento DE 102009042507 A1 se describe una disposición especial de intercambiador de calor. En el documento EP 2570646 A1 se describe un intercambiador de calor de
25 doble tubo.

30 En los últimos años se ha comprobado que un enfriamiento del gas de combustión al finalizar la producción del negro de carbón industrial también es posible mediante otras vías, por ejemplo, mediante un intercambio de calor, sin que se produzcan pérdidas de calidad del producto final. Partiendo de lo mencionado, el objeto de la presente invención consiste en proporcionar una instalación de producción de negro de carbón industrial que posea un grado de efectividad térmico elevado y que además sea sencilla en cuanto a la estructura.

La instalación de producción de negro de carbón industrial está definida por las características de la reivindicación 1.

35 La instalación de producción de negro de carbón industrial presenta un reactor para producir un gas de combustión y un sistema de intercambiador de calor con una primera sección de intercambiador de calor, para el intercambio de calor entre el gas de combustión y un fluido, y una segunda sección de intercambiador de calor, para el intercambio de calor entre el gas de combustión y aire de reacción para el reactor. El aire de reacción puede calentarse previamente mediante la segunda sección de intercambiador de calor. La primera sección de intercambiador de calor está diseñada como intercambiador de calor de doble tubo, con primeros tubos, respectivamente de una vía,
40 dispuestos respectivamente en un primer tubo externo, y la segunda sección de intercambiador de calor está diseñada como intercambiador de calor de haz tubular, con un haz tubular de segundos tubos, dispuestos en un segundo tubo externo que, respectivamente de una vía, están dispuestos en el tubo externo. El gas de combustión pasa por los primeros y por los segundos tubos. El intercambiador de calor de doble tubo y el intercambiador de calor de haz tubular están dispuestos de forma vertical, donde los extremos respectivamente superiores de los
45 primeros y de los segundos tubos están conectados unos con otros mediante una tubería. El gas de combustión pasa por el intercambiador de calor de doble tubo, ascendiendo, y por el intercambiador de calor de haz tubular, hacia abajo.

50 El hecho de proporcionar un sistema de intercambiador de calor de esa clase en una instalación de producción de negro de carbón industrial ha resultado especialmente ventajoso. Mediante la primera sección de intercambiador de calor puede calentarse un fluido, de manera que la energía térmica del gas de combustión puede aprovecharse de forma ventajosa. Por ejemplo, la primera sección de intercambiador de calor puede estar diseñada como evaporador, en el cual el fluido se evapora en forma de agua. Al mismo tiempo, la primera sección de intercambiador de calor puede poseer una función de refrigeración para el gas de combustión, la cual respalda la finalización del
55 curso de la reacción en la producción de negro de carbón industrial. Debido a esto puede prescindirse de algunos de los dispositivos de refrigeración del reactor, como por ejemplo de boquillas de inyección para el así llamado "templado". Mediante el aprovechamiento del calor residual del gas de combustión se incrementa además el grado de efectividad térmico de la instalación de producción de negro de carbón industrial. Mediante la disposición vertical del intercambiador de calor de haz tubular para el calentamiento previo del aire de reacción se logra que una dilatación del haz tubular pueda tener lugar de forma ventajosa en el tubo externo. Debido a la transferencia térmica desde el gas de combustión hacia el aire, en el intercambiador de calor de haz tubular tiene lugar una transferencia térmica hacia un medio gaseoso, relativamente caliente, lo cual forzosamente implica un material relativamente blando de los segundos tubos. Una disposición horizontal del intercambiador de calor de haz tubular forzosamente conduciría a problemas debido a flexiones de los segundos tubos. La disposición vertical impide esto, donde al
60 mismo tiempo puede tener lugar sin dificultades una dilatación térmica del segundo tubo externo y de los segundos tubos en dirección vertical. El intercambiador de calor de doble tubo dispuesto igualmente de forma vertical ofrece
65

ventajas comparables. Además, proporcionando una tubería que conecta unos con otros los extremos respectivamente superiores de los primeros y los segundos tubos se logra que la conexión entre la primera y la segunda sección de intercambiador de calor pueda mantenerse relativamente corta. El gas de combustión, después de pasar por la primera sección de intercambiador de calor, posee aún una temperatura relativamente elevada, de modo que para la conexión entre la primera y la segunda sección de intercambiador de calor deben utilizarse tuberías de alta calidad. Una conexión corta de la tubería entre la primera y la segunda sección de intercambiador de calor, tal como es posibilitada por la presente invención, se considera ventajosa debido a razones vinculadas a los costes. Además, la disposición según la invención de intercambiador de calor de doble tubo e intercambiador de calor de haz tubular posibilita que los mismos puedan disponerse de forma relativamente estrecha unos junto a otros, de modo que la necesidad de espacio para el sistema de intercambiador de calor en la instalación de producción de negro de carbón industrial es relativamente reducida.

Preferentemente se prevé que el intercambiador de calor de doble tubo esté diseñado como generador de vapor de circulación natural. Como fluido, de este modo, se utiliza agua. El gas de combustión calienta el agua en el intercambiador de calor de doble tubo, donde ésta se evapora. Mediante la disposición según la invención de primeros tubos, que respectivamente están dispuestos en primeros tubos externos, se logra que el agua circule en una capa relativamente delgada alrededor de los primeros tubos, de manera que el agua, de manera ventajosa, puede evaporarse mediante una entrada de energía elevada. El agua es conducida en el flujo en el mismo sentido, de manera que, ventajosamente, puede producirse una circulación natural en el intercambiador de calor de doble tubo. Debido a esto se evitan instalaciones costosas para bombear el agua, como por ejemplo bombas de recirculación que implican un mayor consumo de energía.

Un intercambiador de calor de doble tubo puede presentar un colector de vapor que usualmente sirve como acumulador, distribuidor y separador de agua y vapor. En otras palabras: Al colector de vapor se suministra agua de alimentación, de modo uniforme, y el vapor generado en el intercambiador de calor de doble tubo es conducido igualmente hacia el colector de vapor. Preferentemente, el colector de vapor está dispuesto por encima del intercambiador de calor de doble tubo, de manera que el agua introducida en el tubo externo, desde el colector, se somete a una presión suficiente para ascender hacia los tubos externos, hasta la sección en la cual tiene lugar una evaporación, debido a lo cual, de manera ventajosa, se respalda la circulación natural.

Puede preverse que el intercambiador de calor de doble tubo presente una primera cámara de entrada que se sitúa de forma vertical, para el gas de combustión, a la cual están conectados los primeros tubos, y la cual limita una primera placa de tubo inferior que aloja los primeros tubos. Mediante la primera cámara de entrada que se sitúa de forma vertical, de manera ventajosa, en los primeros tubos individuales puede tener lugar una distribución del gas de combustión.

De forma adyacente con respecto a la placa de tubo inferior, puede estar dispuesta al menos una cámara de entrada para el fluido, a la cual están conectados los primeros tubos externos. Al menos una cámara de entrada posibilita una distribución ventajosa del fluido en los primeros tubos externos.

En el extremo superior de los tubos externos, el intercambiador de calor de doble tubo puede presentar al menos una cámara de salida, en la cual desembocan los primeros tubos externos. Al menos una cámara de salida recolecta el fluido calentado, así como evaporado, en los tubos externos, y lo conduce por ejemplo hacia el colector de vapor. Además, de forma adyacente con respecto a por lo menos una cámara de salida, puede estar proporcionada una primera placa de tubo superior que aloja los primeros tubos. A continuación de la primera placa de tubo superior puede estar dispuesto un tubo colector para el gas de combustión, de manera que se convierte en la tubería. El tubo colector puede estar diseñado por ejemplo como tubo de embudo.

También puede preverse que los primeros tubos externos, en su extremo inferior, respectivamente se amplíen formando una cámara de entrada para el fluido. De este modo, preferentemente se prevé que los mismos estén conectados unos con otros y que formen las primeras placas de tubo inferiores. De manera adicional o alternativa, también puede preverse que los primeros tubos externos, en su extremo superior, se amplíen respectivamente formando una cámara de salida para el fluido, donde los mismos preferentemente están conectados unos con otros y forman las primeras placas de tubo superiores.

Preferentemente se prevé que el intercambiador de calor de haz tubular esté diseñado como intercambiador de calor de flujo opuesto. En otras palabras: Mientras que gas de combustión pasa por los segundos tubos en dirección descendente, el gas de reacción pasa por el segundo tubo externo en dirección ascendente. Una disposición de flujo opuesto de esa clase ha resultado especialmente ventajosa para el calentamiento previo del aire de reacción.

Preferentemente se prevé que el intercambiador de calor de haz tubular esté dispuesto de forma suspendida. Preferentemente, en este caso, el intercambiador de calor de haz tubular está suspendido sobre el segundo tubo externo. Una disposición de esa clase es particularmente ventajosa, ya que dilataciones térmicas del intercambiador de calor de haz tubular, y en particular del segundo tubo externo, tienen lugar en dirección descendente, de modo que el extremo superior del intercambiador de calor de haz tubular se mantiene esencialmente en el mismo lugar. Gracias a esto se evitan problemas que pueden producirse debido a diferentes dilataciones de la primera sección del

intercambiador y de la segunda sección de intercambiador de calor.

5 Para la disposición suspendida del intercambiador de calor de haz tubular puede estar proporcionado un soporte que se engancha en el segundo tubo externo. El soporte puede estar diseñado como soporte elástico, donde el peso del intercambiador de calor de haz tubular es absorbido al menos de forma parcial por un dispositivo elástico del soporte elástico.

10 La dilatación térmica que se produce en la primera sección de intercambiador de calor puede compensarse mediante la conformación del soporte como soporte elástico, en el cual, toda la segunda sección de intercambiador de calor se arrastra en la dilatación. Esto es posible ya que está admitido un movimiento vertical en una medida predeterminada, en el soporte elástico.

15 De manera adicional o alternativa, también la tubería que conecta la primera y la segunda sección de intercambiador de calor puede compensar solamente la dilatación térmica que se produce en la primera sección de intercambiador de calor, por ejemplo, mediante un compensador correspondiente.

20 Preferentemente se prevé que el intercambiador de calor de haz tubular presente una segunda cámara de entrada dispuesta de forma vertical, para el gas de combustión, la cual está dispuesta en una sección del extremo superior del intercambiador de calor de haz tubular, a la cual están conectados los segundos tubos, y la cual limita una segunda placa de tubo superior que aloja los segundos tubos. Mediante la segunda cámara de entrada, de manera ventajosa, el gas de combustión puede distribuirse en los segundos tubos del intercambiador de calor de haz tubular.

25 Preferentemente se prevé que los segundos tubos estén fijados de forma suspendida en la segunda placa de tubo superior. Debido a esto se logra que dilataciones térmicas de los segundos tubos tengan lugar igualmente en una dirección orientada hacia abajo. Cada segundo tubo, por ejemplo, puede presentar un dispositivo de suspensión, mediante el cual cada segundo tubo está fijado en la segunda placa de tubo superior.

30 De este modo, de manera preferente, se prevé que una segunda placa de tubo inferior aloje los extremos inferiores de los segundos tubos, donde los segundos tubos respectivamente presentan compensadores de tubo individual para la conexión con la segunda placa de tubo inferior. Gracias a esto, de manera ventajosa, se logra que puedan compensarse dilataciones térmicas sin una deformación, no deseada, de los segundos tubos.

35 La segunda placa de tubo superior puede estar refrigerada. Por ejemplo, la segunda placa de tubo superior puede estar diseñada como placa doble, en la cual, situada en el interior, está formada una cámara de refrigeración. Puesto que el aire de reacción calentado en el tubo externo puede alcanzar temperaturas muy elevadas, de por ejemplo 800°C, se considera ventajosa una refrigeración de la segunda placa de tubo superior, la cual se encuentra expuesta tanto al gas de combustión, como también al aire de reacción calentado. De manera ventajosa, esto es posible también mediante la conformación de la segunda placa de tubo con cámara de refrigeración. La cámara de refrigeración puede presentar una, preferentemente una pluralidad, de entradas de fluido de refrigeración, y al menos una salida de fluido de refrigeración. Como fluido de refrigeración puede utilizarse aire, el cual por ejemplo es conducido hacia el aire de reacción a través de la salida de fluido de refrigeración.

45 En el caso de una fijación suspendida de los segundos tubos en la segunda placa de tubo superior diseñada como placa doble, los dispositivos de suspensión pueden estar diseñados respectivamente como manguito tubular, los cuales están fijados en la placa doble. En el mismo, los segundos tubos pueden estar suspendidos de forma sencilla. Los segundos tubos atraviesan la cámara de refrigeración. Para evitar que los segundos tubos, calentados en alto grado, estén expuestos directamente al fluido de refrigeración o que se produzca un gradiente de temperatura elevado, los manguitos tubulares pueden rodear los segundos tubos en el área de la cámara de refrigeración, cumpliendo con una función de aislamiento. Mediante los dispositivos de suspensión diseñados como manguitos tubulares y la conformación de la segunda placa de tubo superior como placa doble, de este modo, de manera ventajosa, es posible una suspensión de los segundos tubos en el extremo caliente del intercambiador de calor de haz tubular.

55 La segunda placa de tubo inferior, además, puede limitar una cámara de salida para el gas de combustión. En la cámara de salida se recolecta el gas de combustión que sale desde los segundos tubos, y se deriva para un procesamiento posterior. Por ejemplo, detrás de la segunda sección de intercambiador de calor puede estar proporcionado un dispositivo de separación, por ejemplo, un dispositivo de filtro, que separa el negro de carbón industrial desde el gas de combustión.

60 La invención, de manera ventajosa, puede prever que de forma adyacente con respecto a la segunda placa de tubo inferior esté dispuesta una entrada para el aire de reacción y/o que en la segunda placa de tubo superior esté dispuesta una salida para el aire de reacción.

65 La tubería que conecta uno con otro el intercambiador de calor de tubo doble y el intercambiador de calor de haz tubular, por ejemplo, puede estar diseñada como tubo acodado.

La disposición del intercambiador de calor de haz tubular en dirección vertical, donde el gas de combustión atraviesa de forma descendente el intercambiador de calor de haz tubular, ofrece además la ventaja de que el gas de combustión, después de pasar por el intercambiador de calor de haz tubular, puede disiparse lateralmente en el extremo inferior del intercambiador de calor de haz tubular. En los intercambiadores de calor de haz tubular convencionales para el calentamiento previo de aire, en los cuales el gas de combustión pasa por el intercambiador de calor, ascendiendo, se necesitan tuberías costosas que, en el extremo superior del intercambiador de calor, deben conducirse hacia abajo.

5 A continuación, la invención se explica con mayor detalle, haciendo referencia a las siguientes figuras. Muestran:
la figura 1, una representación básica esquemática de una instalación de producción de negro de carbón industrial según la invención,

15 la figura 2, una representación lateral esquemática del sistema de intercambiador de calor de una instalación de producción de negro de carbón industrial según la invención,

la figura 2A, una representación detallada esquemática de un primer tubo con un primer tubo externo de la primera sección de intercambiador de calor, del sistema de intercambiador de calor de la figura 1,

20 la figura 3A, una representación detallada esquemática de la segunda placa de tubo superior y del segundo tubo de la segunda sección de intercambiador de calor, del sistema de intercambiador de calor de la figura 1, y

la figura 3B, una representación detallada esquemática de la segunda placa de tubo inferior y de un segundo tubo de la segunda sección de intercambiador de calor, del sistema de intercambiador de calor de la figura 2.

25 En la figura 1, esquemáticamente, en una representación básica, se muestra una instalación de producción de negro de carbón industrial 100 según la invención. La instalación de producción de negro de carbón industrial se compone esencialmente de un reactor 102, de un sistema de intercambiador de calor 1 y de un dispositivo de separación 104.

30 En el reactor 102 tiene lugar una combustión incompleta, que genera un gas de combustión. El gas de combustión, mediante un sistema de tubería 106, es conducido al sistema de intercambiador de calor 1. Mediante otro sistema de tubería 106, el gas de combustión enfriado en el sistema de intercambiador de calor 1 es conducido al dispositivo de separación 104, en el cual se separan el negro de carbón industrial y el gas.

35 Además, al sistema de intercambiador de calor 1 es suministrado aire de reacción. El aire de reacción es calentado previamente mediante el sistema de intercambiador de calor 1, y a continuación es suministrado al reactor, como aire de reacción calentado de forma previa. La dirección de circulación del aire de reacción se indica en la figura 1 mediante flechas correspondientes, donde la flecha A indica el flujo de entrada del aire de reacción y la flecha B el flujo de salida del aire de reacción. Además, al sistema de intercambiador de calor 1 se suministra un segundo fluido. Ese fluido se calienta igualmente en el sistema de intercambiador de calor 1 y se descarga como fluido calentado. El fluido, por ejemplo, puede ser agua, donde el agua calentada, en el estado de vapor, es descargada desde el sistema de intercambiador de calor 1. Mediante el sistema de intercambiador de calor 1, el gas de combustión se enfría y, con ello, respalda la finalización de la reacción. El flujo de entrada del fluido se indica mediante la flecha C. El flujo de salida del fluido se indica mediante la flecha D.

40 La instalación de producción de negro de carbón industrial 100 según la invención, de este modo, presenta la ventaja de que, por una parte, mediante la conducción de aire de reacción calentado previamente, puede mejorarse el grado de efectividad térmico de la reacción en el reactor 102. Además, la energía térmica contenida en el gas de combustión generado puede usarse adicionalmente para calentar el fluido, por ejemplo, para la evaporación de agua. El vapor generado, por ejemplo, puede conducirse a un sobrecalentador separado y, con ello, puede usarse en un circuito de vapor de agua convencional, para la generación de corriente. El vapor de agua generado también puede emplearse de otro modo.

55 En la figura 2 se representa esquemáticamente en detalle el sistema de intercambiador de calor 1 de la instalación de producción de negro de carbón industrial 100 de la figura 1.

60 El sistema de intercambiador de calor 1 se compone de una primera sección de intercambiador de calor 3 y de una segunda sección de intercambiador de calor 4. En la primera sección de intercambiador de calor 3 se calienta el fluido. En la segunda sección de intercambiador de calor 4 se calienta previamente el aire de reacción.

Para ello, la primera sección de intercambiador de calor 3 está diseñada como intercambiador de calor de doble tubo 5. El intercambiador de calor de doble tubo 5 presenta una pluralidad de primeros tubos 7 que pueden observarse mejor en la representación detallada mostrada en la figura 2A. Cada primer tubo 7, respectivamente de una vía, está dispuesto en un primer tubo externo 9.

El intercambiador de calor de doble tubo está dispuesto de forma vertical y, en su extremo inferior, es suministrado el gas de combustión. Para ello, el intercambiador de calor de doble tubo 5 presenta una primera cámara de entrada 11. Los primeros tubos 7 están conectados a la primera cámara de entrada 11. Una primera base de tubo inferior 13 limita la cámara de entrada 11, donde la primera placa de tubo inferior 13 aloja los primeros tubos 7.

5 En el extremo superior de los primeros tubos 7 está dispuesta una primera placa de tubo superior 15. La primera placa de tubo superior 15 aloja los extremos superiores de los primeros tubos 7. A continuación de la primera placa de tubo superior 15 se encuentra dispuesto un tubo colector 17 para el gas de combustión.

10 El gas de combustión que ingresa en la primera cámara de entrada 11 se distribuye en los tubos 7, y circula a través de los mismos. El fluido es conducido a los tubos externos 9 y circula hacia la abertura 9a formada entre los primeros tubos 7 y los tubos externos 9.

15 La primera sección de intercambiador de calor 3 puede presentar además un colector de vapor 19 que sirve como acumulador, distribuidor y separador de agua y vapor. El colector de vapor 19 es abastecido de agua de alimentación, tal como se indica mediante la flecha C. El agua es conducida hacia al menos una cámara de entrada, no representada en detalle, adyacente con respecto a la primera placa de tubo inferior 13. La misma distribuye el fluido hacia los tubos externos 9. En el extremo superior de los tubos externos 9 está formada respectivamente una cámara de salida 21 para el fluido evaporado, la cual recolecta el fluido evaporado y lo reconduce al colector de vapor 19. El fluido evaporado, como se indica con la flecha D, se descarga desde el colector de vapor 19. El intercambiador de calor de doble tubo 5 es operado en un flujo opuesto. Debido a esto, en la evaporación del fluido puede aprovecharse una circulación natural, de modo que no se necesitan instalaciones adicionales para generar el flujo, como por ejemplo una bomba de recirculación.

25 También existe la posibilidad de conectar unas contras las paredes de las cámaras de salida 21 y de formar la primera placa de tubo inferior, de modo que pueda prescindirse de una placa de tubo separada.

En principio, la estructura de las cámaras de salida 21 y de las cámaras de entrada puede ser con simetría especular, de modo que las cámaras de entrada también pueden formar la primera placa de tubo inferior 13.

30 El gas de combustión recolectado en el tubo colector 17, mediante una tubería 23 diseñada como codo, se suministra a la segunda sección de intercambiador de calor 4. La segunda sección de intercambiador de calor 4 está diseñada como intercambiador de calor de haz tubular 25. El intercambiador de calor de haz tubular 25 está dispuesto igualmente de forma vertical y está diseñado como intercambiador de calor de flujo opuesto. El gas de combustión que es suministrado mediante la tubería 23 circula por el intercambiador de calor de haz tubular 25, de este modo, hacia abajo. El aire de reacción que debe calentarse, tal como se indica mediante las flechas A y B, es conducido a una sección inferior del intercambiador de calor de haz tubular 25 y es disipado en una sección superior.

40 En la figura 3A se muestra la sección superior del intercambiador de calor de haz tubular 25, en una representación detallada. El intercambiador de calor de haz tubular 25 presenta una pluralidad de segundos tubos 27 que, de una vía, son guiados hacia un segundo tubo externo 29. El segundo tubo externo 29, de este modo, forma una cámara 31 que es atravesada por los segundos tubos 27.

45 El intercambiador de calor de haz tubular 25 está dispuesto de forma suspendida. Para ello, el intercambiador de calor de haz tubular 25 presenta un soporte 33 que engancha el tubo externo 29. La disposición suspendida del intercambiador de calor de haz tubular ofrece la ventaja de que una dilatación térmica del intercambiador de calor de haz tubular 25, y en particular del tubo externo 29, tiene lugar en una dirección orientada hacia abajo. Debido a esto se reducen problemas que pueden ocasionarse a causa de una dilatación térmica diferente del intercambiador de calor de doble tubo y del intercambiador de calor de haz tubular, de manera que puede prescindirse en alto grado de compensadores costosos en la tubería 23. Puesto que por la tubería 23 circula gas de combustión con una temperatura elevada, se necesita una realización de materiales de alta calidad. Al prescindir de otras instalaciones, puede reducirse con ello marcadamente la construcción y la inversión en cuanto a los costes.

50 La pluralidad de segundos tubos 27 paralelos es sostenida suspendida desde una segunda placa de tubo superior 35. Para ello, cada tubo presenta un dispositivo de suspensión 37. La segunda placa de tubo superior 35 limita una segunda cámara de entrada 39 para el gas de combustión, la cual está dispuesta en el extremo superior del intercambiador de calor de haz tubular 25. Desde la segunda cámara de entrada 39, el gas de combustión se distribuye hacia los segundos tubos 27.

60 Debido a la temperatura relativamente elevada del gas de combustión en la segunda cámara de entrada 39, está refrigerada la placa de tubo superior 35. Para ello, la segunda placa de tubo superior 35 está diseñada como placa doble, con una cámara de refrigeración 41 situada en el interior. La cámara de refrigeración 41, a través de varias entradas de fluido de refrigeración 45, es abastecida de un fluido de refrigeración, por ejemplo, de aire frío. Mediante una salida de fluido de refrigeración 43, el fluido de refrigeración puede salir desde la cámara de refrigeración 41. El fluido de refrigeración puede ser por ejemplo aire que, mediante la salida de fluido de refrigeración 43, se agrega al

aire de reacción.

Mediante la disposición suspendida de los segundos tubos 27 en la segunda placa de tubo superior 35 se logra igualmente que pueda tener lugar una dilatación de los segundos tubos 27, en una dirección orientada hacia abajo.

5 Para compensar una dilatación térmica de los segundos tubos 27, cada segundo tubo 27 presenta un compensador de tubo individual 46. El mismo puede apreciarse en la figura 3B, donde se muestra una representación detallada de una sección inferior del intercambiador de calor de haz tubular 25. Los extremos inferiores de los segundos tubos 27 están alojados en una segunda placa de tubo inferior 47, donde los compensadores de tubo individual 46 forman
10 una conexión entre los segundos tubos 27 y la segunda placa de tubo inferior 47.

En el espacio 31 comprendido por el tubo externo 29, el aire de reacción es suministrado mediante una entrada 49. Después de pasar por el intercambiador de calor de haz tubular 25, el aire de reacción se disipa por una salida 51. La segunda placa de tubo inferior 47 limita otra cámara colectora 53 para el gas de combustión. La pared 55 que
15 limita la otra cámara colectora 53 está provista de un compensador principal 57, el cual asegura que, en el caso de una intensa dilatación de uno o de varios de los segundos tubos 27, o de una falla de un compensador de tubo individual 46, pueda tener lugar una compensación de la longitud, entre los tubos 27 y el tubo externo 29. De este modo, una o varios segundos tubos 27 pueden presionar hacia abajo la segunda placa de tubo inferior 47, donde ese movimiento es absorbido por el compensador principal 57.
20

Mediante la disposición vertical de la primera y de la segunda sección de intercambiador de calor 3, 4, y mediante la conexión adicional del intercambiador de calor de doble tubo 5 con el haz tubular, en los extremos respectivamente superiores, la primera y la segunda sección de intercambiador de calor 3, 4 pueden disponerse de forma muy estrecha una junto a otra, de manera que se requiere una demanda de espacio relativamente reducida del sistema
25 de intercambiador de calor 1 en la instalación de negro de carbón industrial 100.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Instalación de producción de negro de carbón industrial (100) con al menos un reactor (102) para producir un gas de combustión y con un sistema de intercambiador de calor (1) con una primera sección de intercambiador de calor (3), para el intercambio de calor entre el gas de combustión y un fluido, y con una segunda sección de intercambiador de calor (4), para el intercambio de calor entre el gas de combustión y aire de reacción para el reactor (102), el cual puede calentarse previamente mediante la segunda sección de intercambiador de calor (4),
- 10 donde la primera sección de intercambiador de calor (3) está diseñada como intercambiador de calor de doble tubo (5), con primeros tubos (7), respectivamente de una vía, dispuestos respectivamente en un primer tubo externo (9), y la segunda sección de intercambiador de calor (4) está diseñada como intercambiador de calor de haz tubular (25), con un haz tubular de segundos tubos (27), dispuestos en un segundo tubo externo (29) que, respectivamente de una vía, están dispuestos en el tubo externo (29), donde el gas de combustión pasa por los primeros y por los segundos tubos (7, 27),
- 15 donde el intercambiador de calor de doble tubo (5) y el intercambiador de calor de haz tubular (25) están dispuestos de forma vertical, y donde los extremos respectivamente superiores de los primeros y de los segundos tubos (7, 27) están conectados unos con otros mediante una tubería (23), donde el gas de combustión pasa por el intercambiador de calor de doble tubo (5), ascendiendo, y por el intercambiador de calor de haz tubular (25), hacia abajo.
- 20 2. Instalación de producción de negro de carbón industrial según la reivindicación 1, caracterizada porque el intercambiador de calor de doble tubo (5) está diseñado como generador de vapor de circulación natural.
- 25 3. Instalación de producción de negro de carbón industrial según la reivindicación 2, caracterizada porque el intercambiador de calor de doble tubo (5) presenta una primera cámara de entrada (11) que se sitúa de forma vertical para el gas de combustión, a la cual están conectados los primeros tubos (7), y la cual limita una primera placa de tubo inferior (13) que aloja los primeros tubos (7).
- 30 4. Instalación de producción de negro de carbón industrial según la reivindicación 3, caracterizada porque de forma adyacente con respecto a la primera placa de tubo inferior (13), está dispuesta al menos una cámara de entrada para el fluido, a la cual están conectados los primeros tubos externos (9).
- 35 5. Instalación de producción de negro de carbón industrial según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque el intercambiador de calor de haz tubular (25) está diseñado como intercambiador de calor de flujo opuesto.
- 40 6. Instalación de producción de negro de carbón industrial según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque el intercambiador de calor de haz tubular (25) está dispuesto de forma suspendida.
- 45 7. Instalación de producción de negro de carbón industrial según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque el intercambiador de calor de haz tubular (25) presenta una segunda cámara de entrada (39) dispuesta de forma vertical para el gas de combustión, la cual está dispuesta en una sección del extremo superior del intercambiador de calor de haz tubular (25), a la cual están conectados los segundos tubos (27), y la cual limita una segunda placa de tubo superior (35) que aloja los segundos tubos (27).
- 50 8. Instalación de producción de negro de carbón industrial según la reivindicación 7, caracterizada porque los segundos tubos (7) están fijados de forma suspendida en la segunda placa de tubo superior (35).
- 55 9. Instalación de producción de negro de carbón industrial según la reivindicación 8, caracterizada porque una segunda placa de tubo inferior (47) aloja los extremos inferiores de los segundos tubos (27), donde los segundos tubos (27) respectivamente presentan compensadores de tubo individual (46) para la conexión con la segunda placa de tubo inferior (47).
10. Instalación de producción de negro de carbón industrial según la reivindicación 9, caracterizada porque de forma adyacente con respecto a la segunda placa de tubo inferior (47), está dispuesta una entrada (49) para el aire de reacción y/o de forma adyacente con respecto a la segunda placa de tubo superior (35) está dispuesta una salida (51) para el aire de reacción.

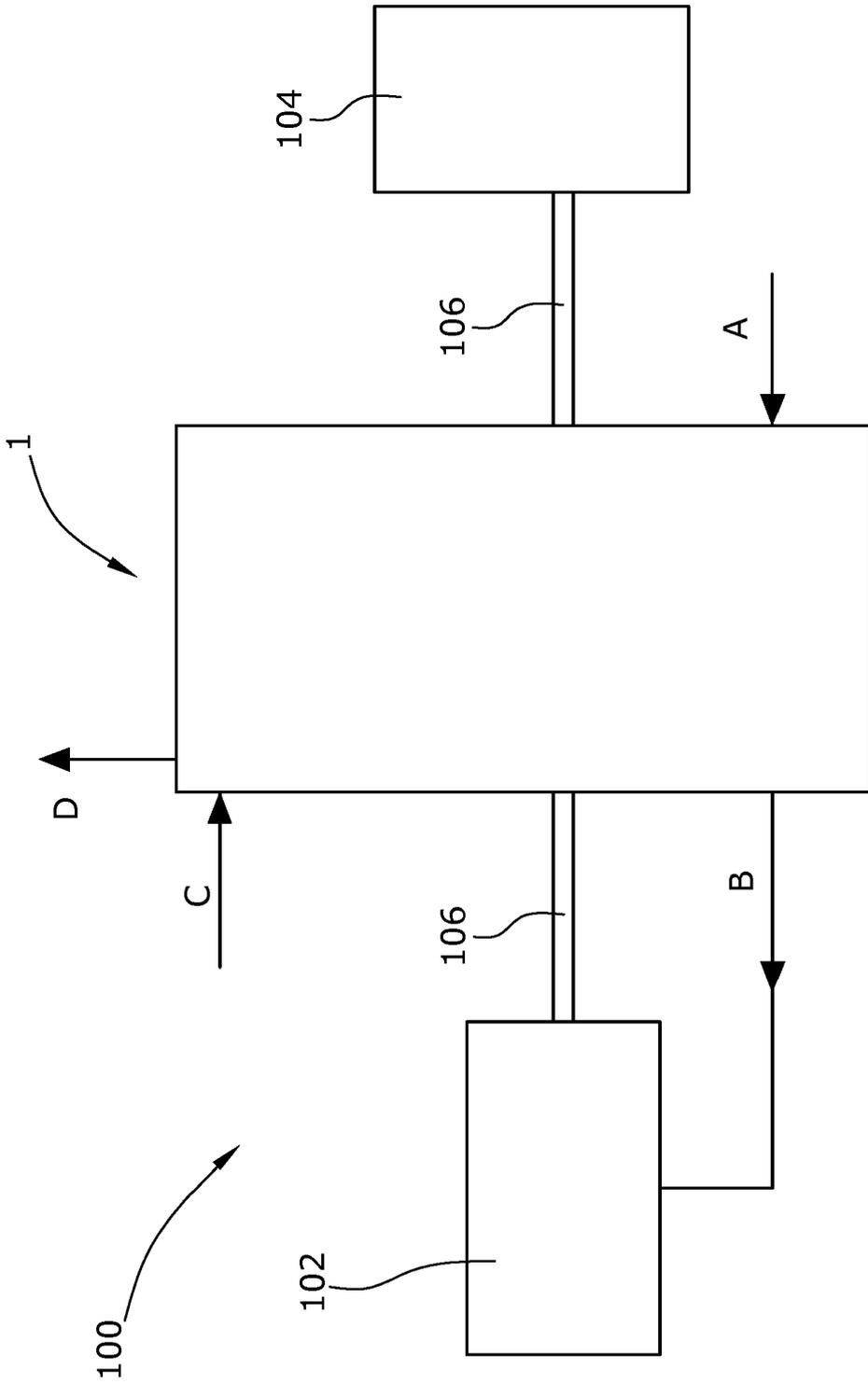
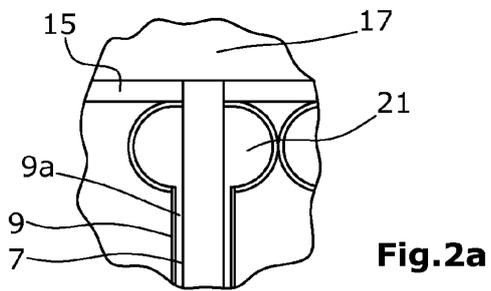
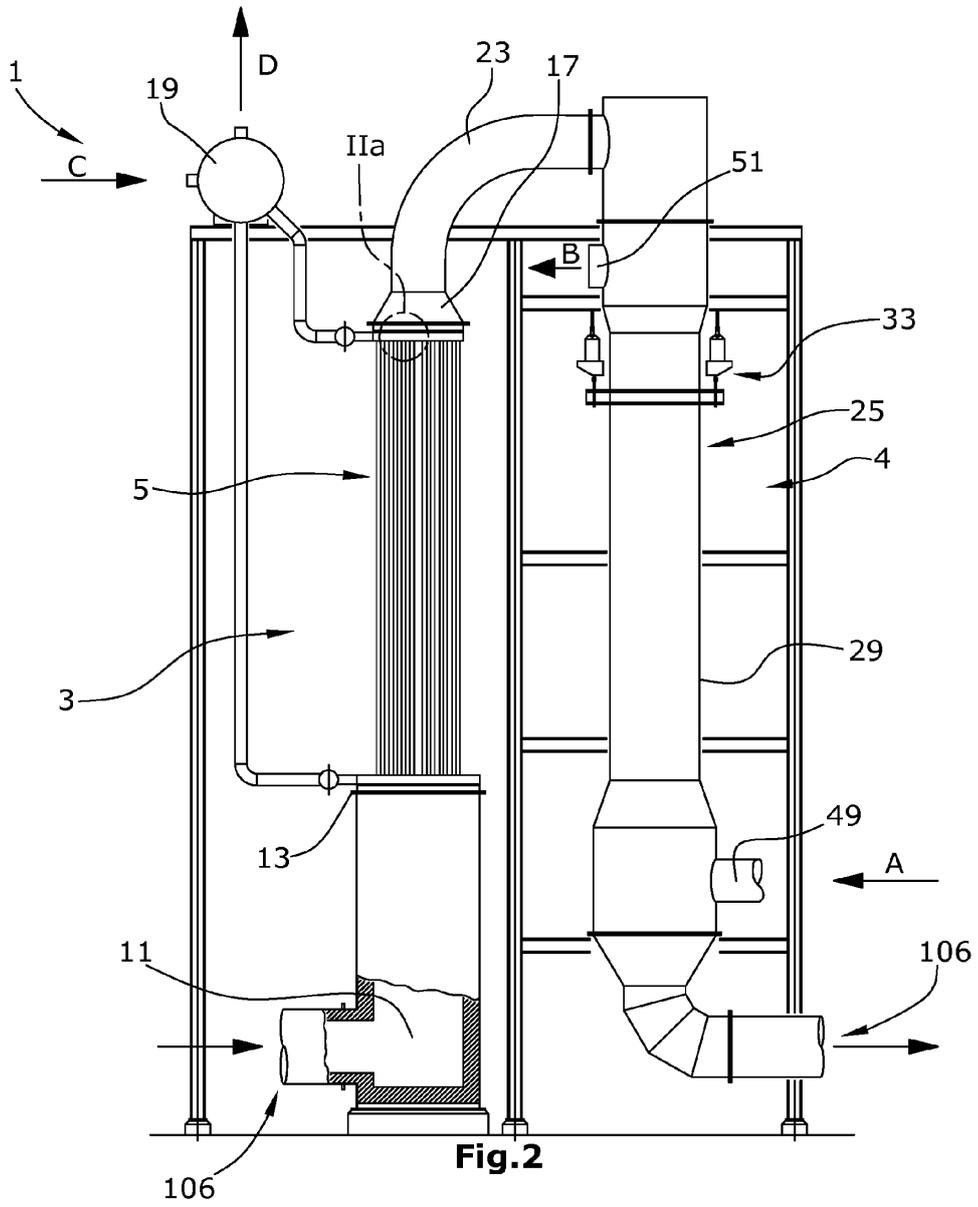


Fig.1



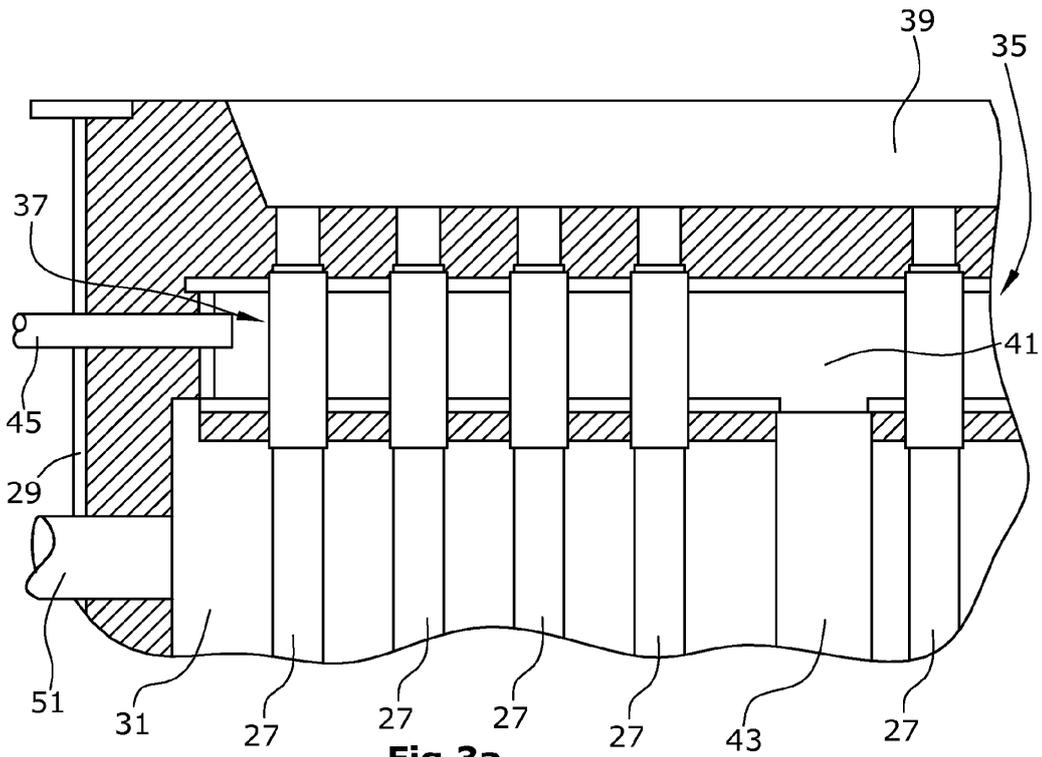


Fig.3a

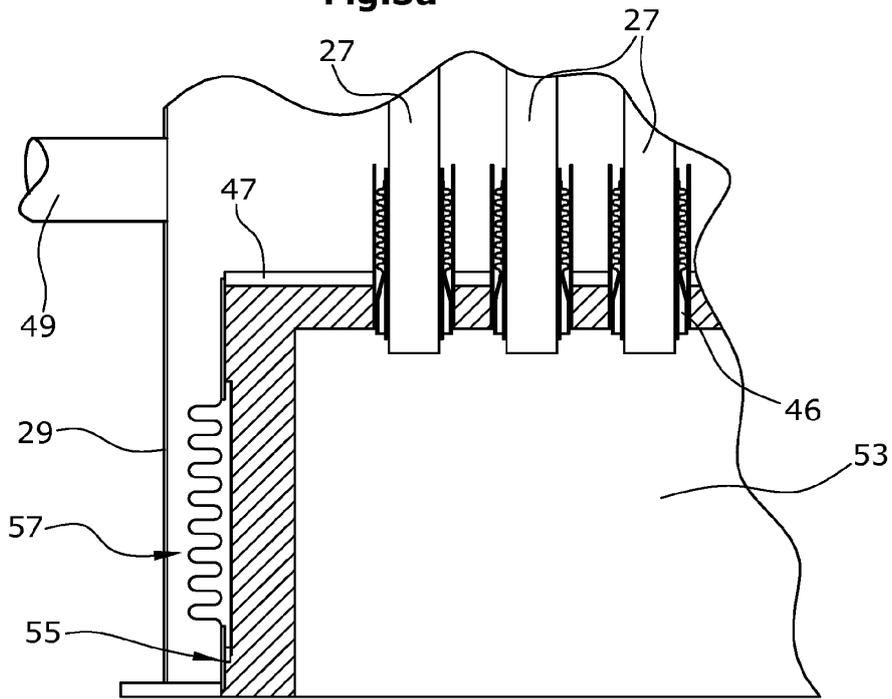


Fig.3b