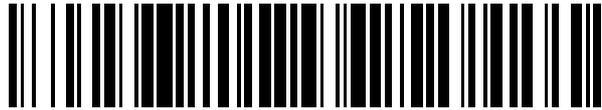


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 984**

51 Int. Cl.:

C10J 3/22 (2006.01)

C10J 3/64 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2007 E 10185292 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.08.2015 EP 2377911**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la producción de gas combustible a partir de un combustible sólido**

30 Prioridad:

08.06.2006 DE 202006009174 U

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.10.2015

73 Titular/es:

**BIG DUTCHMAN INTERNATIONAL GMBH
(100.0%)
Auf der Lage 2
49377 Vechta, DE**

72 Inventor/es:

**KUNTZE, BJÖRN y
MERZ, BRUNO**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 548 984 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 y dispositivo para la producción de gas combustible a partir de un combustible sólido.

5 Estado de la técnica

La invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para la producción de gas combustible a partir de un combustible sólido en un gasificador de depósito configurado como gasificador de lecho fijo.

- 10 Para la producción de gas combustible a partir de un combustible sólido se conocen procedimientos de gasificación multietapa, con los que se debe solucionar el problema del contenido de alquitrán (documentos DE19846805A1 y DE4404673C2). En estos procedimientos se produce en una etapa de pirólisis un gas combustible que tiene un alto contenido de alquitrán. En una etapa de oxidación subsiguiente tiene lugar el craqueo térmico y/o la oxidación del contenido de alquitrán junto con el gas combustible mediante una oxidación a alta temperatura, siendo esta
- 15 temperatura claramente superior a 1.000 °C. Por lo general, la etapa de oxidación funciona con aire u oxígeno. En este caso se obtienen temperaturas por encima del punto de fusión de las cenizas del combustible usado. El proceso se desarrolla en general de forma subestequiométrica. El gas de escape procedente de la etapa de oxidación se somete a continuación a una reacción de reducción con el coque producido internamente en el procedimiento (por ejemplo, carbón vegetal), reaccionando los productos de combustión (CO₂ y H₂O) con el coque
- 20 para formar los componentes combustibles del gas CO y H₂. Aquí se consume una gran parte de la energía térmica contenida en el gas de escape. El gas combustible producido está destinado al uso en motores de combustión interna y turbinas de gas.

- No obstante, si al igual que en los procedimientos conocidos, la corriente de gas procedente de la etapa de pirólisis
- 25 se conduce a través de la etapa de oxidación y se usa aire u oxígeno como agente oxidante, se necesitan temperaturas muy altas (>1.300 °C) para destruir los componentes de alquitrán. Dado que el proceso se desarrolla claramente de forma subestequiométrica, la destrucción se basa más bien en una disociación térmica que en una oxidación. Debido a la alta carga de polvo de los gases de pirólisis, dentro de la etapa de oxidación se originan a la vez dificultades técnicas de procedimiento en relación con la manipulación de la escoria líquida que se va formando
- 30 y que se transporta parcialmente también con la corriente de gas, llegando a la zona de reducción y endureciéndose aquí. La etapa de reducción siguiente tendrá que estar diseñada también desde el punto de vista constructivo para el alto nivel de temperatura de la corriente de gas entrante.

- Al mismo tiempo, para calentar todo el gas procedente de la etapa de pirólisis, es necesario adicionar una cantidad
- 35 correspondientemente elevada de aire de combustión (u oxígeno). Esto provoca una gran demanda de carbono de reducción que se produce específicamente, por lo general, internamente en el procedimiento, pero que se ha de transportar también a la etapa de reducción, en la que se ha de suministrar al espacio de reacción requerido. El coque de reducción se puede transportar tanto en la corriente de gas, según el procedimiento conocido por el documento DE19846805A1, como separado de la corriente de gas en dispositivos de transporte previstos para esto,
- 40 según da a conocer el documento DE4404673C2. El transporte en dispositivos de transporte externos es costoso desde el punto de vista técnico y origina pérdidas de calor. El coque no puede ser grueso y, dado el caso, tiene que ser tratado previamente de forma mecánica. Este proceso se dificulta considerablemente por el contenido de cuerpos extraños minerales o metálicos en el coque. Una realización de lecho fijo en la etapa de reducción es adecuada sólo en determinadas condiciones debido a la trituración necesaria del coque, mientras que una etapa de
- 45 reducción de lecho fluidizado requiere un gasto mayor.

- Del documento FR979542 se conoce un gasificador, en el que los sólidos se gasifican en una caldera para producir gas combustible y el gas combustible se conduce a través de un sistema de filtración, antes de ser conducido a
- 50 través de un orificio de salida fuera del gasificador. El sistema de filtración está situado hacia la caldera, en contacto directo con la pared de la misma.

- El transporte cíclico a través de la etapa de oxidación representa otra vía para llevar el coque de reducción de la etapa de pirólisis a la etapa de reducción, como da a conocer el documento DE19846805A1. Este procedimiento puede provocar inestabilidades en el funcionamiento de la etapa de oxidación como resultado de las repentinas
- 55 fluctuaciones de temperatura que aquí se originan.

El gas bruto producido en gasificadores presenta un contenido de polvo más o menos elevado. La carga depende aquí esencialmente de la construcción del gasificador, los materiales usados y el modo de funcionamiento. Los gasificadores de lecho fijo presentan a menudo cargas de polvo en el gas bruto de 2-8 g/Nm³. Las cargas de polvo

en el gas bruto de gasificadores de lecho fluidizado son superiores a éstas.

Debido a la alta carga de polvo, se ha de eliminar el polvo de los gases brutos de gasificación para su uso ulterior. Los valores límite para la carga de polvo en un gas depurado dependen aquí de los requisitos de los dispositivos de
5 utilización de gas. En la práctica se necesitan como máximo 50 mg/Nm³ de carga de polvo en el gas depurado, por ejemplo, para aplicaciones en máquinas térmicas. Los valores límite para esta aplicación son de 5 mg/Nm³.

Para eliminar el polvo del gas bruto se dispone de procedimientos conocidos en general, por ejemplo, ciclón, filtros electroestáticos, filtros textiles, filtración por gas caliente, lavadores, entre otros. Los valores límite de 5 mg/Nm³, que
10 se mencionan arriba, se pueden conseguir, por ejemplo, con filtros textiles o filtros de gas caliente. Cuando se usan filtros textiles, el gas bruto cargado de polvo se ha de enfriar previamente hasta el intervalo típico de temperatura de utilización de los materiales filtrantes de 80-250 °C. El contenido de polvo representa aquí un obstáculo desde el punto de vista del procedimiento.

15 Por el contrario, el uso de la filtración por gas caliente es especialmente ventajoso, porque en este caso se pueden usar elementos filtrantes comerciales, por ejemplo, bujías filtrantes de fibra de vidrio, metal sinterizado o cerámica, sin el enfriamiento intermedio en el intervalo de temperatura típico del gas bruto de 400-800 °C. Estos elementos se encuentran dispuestos en aparatos de filtración autónomos correspondientes. Además de necesitarse un aparato de filtración autónomo con una configuración correspondiente al intervalo de temperatura de utilización, se ha de
20 solucionar también el problema de la extracción de las cenizas de filtración separadas en el filtro. En particular las altas temperaturas de funcionamiento y otros requisitos necesarios para la protección contra explosión dan lugar aquí a realizaciones muy costosas.

Resumen de la invención

25 El objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento y un dispositivo para la producción simple y económica de gas combustible con bajo contenido de alquitrán y sin contenido de polvo mediante la gasificación multietapa de combustibles sólidos. El procedimiento es estable desde el punto de vista del proceso y presenta parámetros de funcionamiento mejorados. El gas combustible producido está destinado al uso en
30 máquinas térmicas.

La presente invención tiene también el objetivo de proporcionar medidas para eliminar el polvo del gas bruto en una instalación de gasificación y esto se lleva a cabo de modo que no se necesita una carcasa de filtro autónoma ni un sistema de extracción autónomo de las cenizas de filtración debido a la integración de la filtración por gas caliente en
35 el gasificador.

La invención, según las características de las reivindicaciones, prevé un procedimiento para la producción de gas combustible a partir de un combustible sólido que comprende las siguientes etapas: alimentar de combustible un gasificador de depósito que está configurado como reactor descendente de lecho fijo; desgasificar el combustible en
40 una zona de desgasificación del gasificador de depósito mediante gasificación parcial autotérmica con suministro de aire desde el exterior; alimentar con el gas de pirólisis de la zona de desgasificación, obtenido de este modo, una etapa de oxidación que está situada dentro del depósito y separada de la zona de desgasificación y en la que se oxida parcialmente y se craquea térmicamente el gas bruto con la adición de un agente oxidante; y reducir el gas de escape procedente de la etapa de oxidación para formar un gas combustible en una zona de reducción, situada a
45 continuación de la etapa de oxidación, mediante el coque producido en la zona de desgasificación con absorción de calor, alimentándose directamente el coque de reducción desde la zona de desgasificación hasta la zona de reducción, sin pasar por la etapa de oxidación.

Otra característica del procedimiento, según la invención, consiste en que el gas producido se filtra antes de salir del depósito. La filtración se lleva a cabo mediante bujías filtrantes que están dispuestas delante del orificio de salida y que se someten a una limpieza por golpe de presión en función del tiempo o con control de presión diferencial.
50

El procedimiento, según la invención, tiene la ventaja de que la etapa de oxidación se alimenta con un gas de pirólisis con bajo contenido de polvo y puede funcionar con una temperatura de oxidación comparativamente baja y
55 permite también, por tanto, una temperatura baja de entrada del gas en la etapa de reducción, así como necesita una pequeña cantidad de coque de reducción y posibilita un transporte fácil del coque de reducción no triturado, desde la zona de desgasificación hasta la zona de reducción. La filtración del gas bruto, integrada en la producción de gas, aumenta la posibilidad de obtener un gas depurado sin contenido de polvo.

La invención se refiere también a un dispositivo para la producción de gas combustible a partir de un combustible sólido en un gasificador de depósito que está configurado como reactor descendente de lecho fijo. Según las características de las reivindicaciones, el dispositivo comprende una cámara de oxidación central que está dispuesta en el reactor de lecho fijo y separada de la zona de desgasificación y a la que se alimenta el gas de pirólisis producido en la zona de desgasificación. La cámara de oxidación está conectada a un tubo de alimentación de agente oxidante, a través del que se alimenta a la cámara de oxidación un agente oxidante, cuyo efecto provoca una oxidación parcial y un craqueo térmico del gas de pirólisis. Debajo de la cámara de oxidación está dispuesta una zona de reducción que aloja el gas de escape procedente de la cámara de oxidación y a la que se alimenta directamente, sin pasar por la cámara de oxidación, el coque de reducción de la zona de desgasificación que se obtiene durante la producción de gas de pirólisis. En la zona de reducción se lleva a cabo una reducción del gas de escape procedente de la cámara de oxidación para formar un gas combustible mediante el coque de reducción alimentado con absorción de calor.

En el gasificador de depósito está integrado un sistema de filtro situado dentro del depósito, delante de un orificio de salida de gas. El sistema de filtración comprende bujías filtrantes que están dispuestas esencialmente horizontal o verticalmente delante del orificio de salida de gas y que se someten a una limpieza por golpe de presión en función del tiempo o con control de presión diferencial mediante toberas de chorros pulsantes.

Descripción de los dibujos

A continuación se explican detalladamente ejemplos de realización de la invención por medio de dibujos. Muestran:

la figura 1, una representación esquemática de un dispositivo según la invención, por medio de la que se explican las etapas de procedimiento según la invención;

la figura 2, un gasificador de depósito con una zona de gasificación adicional, que representa otro ejemplo de realización de la invención;

la figura 3, otro ejemplo de realización de la invención que comprende un gasificador de depósito con un sistema de filtración de polvo integrado;

la figura 4, un corte según la línea A-A de la figura 3;

la figura 5, otro ejemplo de realización de la invención que comprende un gasificador de depósito con un sistema de filtración de polvo modificado; y

la figura 6, una representación esquemática de un gasificador de depósito que funciona según el procedimiento de doble fuego y en el que está integrado según la invención un sistema de filtración de polvo.

Descripción detallada de los ejemplos de realización

La figura 1 muestra en una representación esquemática un gasificador de depósito configurado como gasificador descendente de lecho fijo 1 que presenta un depósito cilíndrico vertical 2. El combustible se alimenta desde arriba al gasificador de lecho fijo 1 mediante un sistema de esclusas 3.

En este caso se puede tratar de carbón, madera u otras biomásas de tipo madera. El combustible alimentado está triturado en fragmentos o virutas. El nivel de llenado del depósito con combustible 4 se controla mediante un indicador de nivel de llenado 5. En el perímetro del depósito 2 se encuentra un sistema de toberas que puede comprender al menos uno o varios planos de toberas que comprenden una pluralidad de toberas 6 que se encuentran repartidas en el perímetro del depósito 2 y se abastecen de aire fresco a través de un canal anular 7. Al canal anular 7 se alimenta una corriente de aire 8 a través de un manguito de entrada 9, de modo que mediante cada una de las toberas se introduce en el depósito 2 una corriente parcial de aire que se necesita para una gasificación parcial autotérmica del combustible. Durante la gasificación autotérmica se obtiene energía de proceso mediante combustión parcial con alimentación de aire.

En el lecho de combustible se genera calor por oxidación parcial, que provoca una desgasificación del combustible 4 durante un tiempo de permanencia predefinido en una zona de desgasificación 10. El gas de pirólisis, formado en la zona de desgasificación 10, es rico en hidrocarburos de cadena larga y vapor de agua, el cual resulta esencialmente del contenido de agua del combustible 4 y de los productos de descomposición de la reacción de desgasificación. El

gasificador de lecho fijo 1 presenta una etapa de oxidación que está separada de la zona de desgasificación 10 y en la que se llevan a cabo una oxidación parcial y un craqueo térmico del gas bruto con adición de un agente oxidante. La etapa de oxidación se forma mediante una cámara de oxidación 12 dispuesta preferentemente en el centro en el depósito del gasificador 2. La cámara de oxidación 12 presenta una carcasa cilíndrica 13 que está dispuesta de manera concéntrica respecto al eje longitudinal 14 del depósito, así como delimitada hacia arriba por una parte cónica 15 y abierta hacia abajo. Un canal de entrada de aire 16 desemboca desde arriba en la cámara de oxidación 12. En el ejemplo de realización representado, el canal de entrada de aire 16 pasa a través de la tapa 17 del depósito 2 y discurre concéntricamente respecto al eje longitudinal 14 del depósito 2. Sin embargo, puede estar dispuesto también en el lateral, fuera del eje longitudinal o en dirección radial y discurrir en paralelo a éste. En la parte superior de la cámara de oxidación 12 están dispuestos orificios radiales 18 repartidos en el perímetro de la carcasa 13.

El gas de pirólisis 20 llega a través de los orificios 18 a la cámara de oxidación 12 debido a las condiciones locales de presión y flujo. El efecto de un agente oxidante en forma del aire 21, alimentado a través del canal de entrada de aire 16, provoca una combustión subestequiométrica del gas de pirólisis 20 en la cámara de oxidación 12. En este caso se destruyen los hidrocarburos de cadena larga mediante el craqueo térmico y la oxidación parcial, y se produce un gas de escape 22 que presenta sólo un valor calorífico bajo. El gas de escape 22 pasa de la cámara de oxidación 12, abierta hacia abajo, a una zona de reducción 23 que está situada debajo de la cámara de oxidación 12 y en la que se encuentra un lecho de coque de reducción 24 que forma una pila cónica 25 en la zona de la cámara de oxidación 12 abierta hacia abajo.

El coque de reducción 24 se produce en el espacio situado entre la cámara de oxidación 12 y la pared del depósito del gasificador 2 durante la desgasificación del combustible 4. Debido a la disposición central de la cámara de oxidación 12 en el depósito 2 y la carcasa cilíndrica 13 de la cámara de oxidación 12 se forma un espacio anular entre la carcasa 13 y la pared del depósito, que se identifica aquí como hendidura anular 26 y a través de la que el coque de reducción 24, repartido en el perímetro de la hendidura anular 26, se alimenta a la zona de reducción 23. En este caso, el coque de reducción 24 se puede deslizar hacia la zona de reducción 23 para sustituir el coque de reducción consumido, sin necesitarse para esto un dispositivo de transporte mecánico. Mediante el coque de reducción 24, el gas de escape 22 se reduce para formar gas combustible en la zona de reducción 23 con absorción de calor.

La zona de reducción 23 se delimita con una parrilla que está configurada como parrilla móvil y en particular como parrilla giratoria 28 y mediante la que la ceniza derivada del proceso de reducción se separa de la zona de reducción 23 y se evacua a través de un orificio de salida 29. Un motor de transmisión eléctrica 30 se usa para accionar la parrilla giratoria 28. El depósito 2 está cerrado hacia abajo con una placa de fondo 31 y descansa sobre columnas, de las que sólo están representadas las columnas 32 y 33 en la figura 1. El motor 30 está fijado debajo de la placa de fondo 31 en las columnas o en la placa de fondo y está unido con la parrilla giratoria 28 mediante un árbol 34.

Una disposición ajustable en altura de la parrilla giratoria 28 permite cambiar la extensión en altura de la zona de reducción 23 y esto es ventajoso para la optimización del procedimiento en relación con la calidad de la ceniza, la pérdida de presión en la zona de reducción 23 y la adaptación a las propiedades del combustible. Con este fin, el árbol 34 se encuentra dispuesto de forma desplazable axialmente en el árbol receptor, realizado como árbol hueco, del motor de transmisión eléctrica 30 y se puede fijar en la posición seleccionada en cada caso contra otro desplazamiento mediante anillos de ajuste no representados. La altura de la zona de reducción 23 depende de una serie de factores, como el contenido de ceniza en el combustible, el tamaño de los fragmentos, la carga del generador de gas y la reactividad del coque.

En el ejemplo de realización representado, la cámara de oxidación 12 está dispuesta en el depósito cilíndrico 2 de manera concéntrica respecto a su eje longitudinal 14. El canal de entrada de aire 16 desemboca centralmente desde arriba en la cámara de oxidación 12 y se prolonga en dirección de su centro, lo que proporciona una combustión uniforme del gas de pirólisis 20 alimentado desde la zona de desgasificación 10. Para conseguir un desarrollo uniforme de la combustión dentro de la cámara de oxidación, el canal de entrada de aire 16 se puede proveer alternativamente en su orificio de salida de una cámara de mezcla, en la que se mezclan íntimamente entre sí el gas de pirólisis 20 y el aire alimentado 21. La hendidura anular 26, llena de coque de reducción 24, forma una resistencia al flujo para el gas de pirólisis 20 producido en la zona de desgasificación 10. Debido a la resistencia al flujo para el gas de pirólisis 20 que impera en este lecho de coque, éste circula preferentemente a través de los orificios 18, situados en la zona superior, hacia la cámara de oxidación 12 que presenta como espacio de gas puro sólo una resistencia insignificante al flujo.

Cuando se usan varios planos de toberas superpuestos 6 para alimentar la corriente de aire 8 a la zona de desgasificación 10, se impide también que el gas de pirólisis 20 circule a través de la hendidura anular 26 al producir el aire alimentado 8 a través del plano de toberas inferior un gas combustible con muy bajo contenido de alquitrán y representar, por tanto, una barrera condicionada por el flujo para el gas de pirólisis formado en la zona del plano de toberas superior. El contenido muy bajo de alquitrán en el gas combustible formado en la zona de los planos de toberas inferiores provoca que el combustible ya desgasificado esté disponible aquí en forma del coque de reducción 24 y no se libere así alquitrán.

El gas combustible 35, acumulado en el espacio 45 situado debajo de la parrilla 28, se aspira hacia abajo o por el lateral de la zona de reducción 23 en función del concepto de eliminación de polvo que se va a aplicar. En el ejemplo de realización representado en la figura 1, el gas combustible 35 se extrae lateralmente a través de un orificio de salida 36 dispuesto en la parte inferior de la pared del depósito 2. El gas combustible se enfría y se limpia después de extraerse de la zona de reducción 23 en correspondencia con los requisitos de uso en máquinas térmicas.

15 Otras configuraciones de la invención

A diferencia del ejemplo de realización descrito arriba, la cámara de oxidación 12 puede funcionar también con una temperatura de oxidación claramente reducida. Esto resulta conveniente si al usarse combustibles ricos en ceniza de bajo punto de fusión de ceniza no son permisibles temperaturas de oxidación de 1.000 °C o más, que son necesarias para la destrucción térmica de los hidrocarburos de cadena larga, debido al peligro de escorificación. En este caso se adiciona vapor de agua al aire de combustión previsto para la etapa de oxidación o a la corriente de gas de pirólisis 20. En su lugar o de manera adicional se puede incorporar en ambos casos gas de humo procedente de la máquina térmica o de otras instalaciones de combustión. Una adición adecuada de gas de humo (gas de escape) reduce las temperaturas de combustión. Este proceso corresponde a la recirculación de los gases de escape de los motores de combustión interna para la reducción de las emisiones de óxidos de nitrógeno. Además, se incrementa el contenido de vapor de agua en el gas, lo que tiene asimismo un efecto destructivo sobre el alquitrán. La adición aumenta el flujo másico en la cámara de oxidación y reduce así la temperatura de oxidación con corrientes de material, por lo demás, constantes.

La destrucción deseada de los hidrocarburos de cadena larga se puede conseguir al determinarse la cantidad de vapor de agua y/o gas de humo adicionados de tal modo que incluso en caso de condiciones estequiométricas ya no se exceda la temperatura de oxidación permisible para impedir la escorificación. Los hidrocarburos se oxidan entonces también a temperaturas considerablemente más bajas para formar dióxido de carbono y vapor de agua. Con el fin de que este proceso tenga lugar en un período de tiempo corto, se pueden crear también fácilmente condiciones supraestequiométricas, de modo que se produzca una combustión con exceso de oxígeno. Ésta se desarrolla rápidamente y aumenta la velocidad de reacción, lo que puede conducir a la construcción de aparatos más pequeños. Además, el vapor de agua aportado adicionalmente y/o el gas de humo aportado adicionalmente provocan también en caso de condiciones subestequiométricas una destrucción de los componentes de alquitrán, de modo que se puede reducir la temperatura de oxidación al existir altas presiones parciales de vapor de agua.

Para aumentar la eficacia de la zona de desgasificación 10, el gasificador de lecho fijo 1 se equipa con más de un plano de toberas con toberas 6 para el aporte de aire de gasificación. En el ejemplo de realización de la figura 1 están previstos dos planos de toberas, recibiendo cada uno de estos una corriente de aire 8. Además del efecto de barrera descrito en relación con la figura 1, esto tiene la ventaja de que se puede aumentar la potencia del gasificador de lecho fijo 1, la temperatura de desgasificación y el tiempo de permanencia del combustible 4 en la zona de desgasificación 10. Los planos de toberas 6 se pueden abastecer adicionalmente de diferentes mezclas de aire, vapor de agua y gases de humo procedentes de la máquina térmica. El enriquecimiento de la corriente de aire 8 con vapor de agua y/o gas de humo provoca una reducción de las temperaturas de combustión en la zona de desgasificación 10 y posibilita el control de estas temperaturas de combustión. En el punto, en el que el aire de gasificación 8 llega al lecho a través de las toberas 6, se originan temperaturas muy altas que pueden provocar por supuesto problemas de escorificación. Esto se puede contrarrestar mediante la adición de vapor, lo que permite obtener una reducción de la temperatura. De este modo se puede impedir una escorificación en la zona de desgasificación 10.

Como otra forma de realización del dispositivo según la invención, la figura 2 muestra un gasificador de depósito del tipo descrito por medio de la figura 1 que está equipado con una zona de gasificación adicional. Los componentes correspondientes al gasificador de depósito de la figura 1 tienen los mismos números de referencia en la figura 2. Al igual que el dispositivo de la figura 1, el gasificador de depósito de la figura 2 presenta una zona de desgasificación 10, a la que se alimenta aire a través de un manguito de entrada 9, una cámara de oxidación central 12 con un canal

de entrada de aire 16, así como una zona de reducción 23.

En la zona situada debajo de la zona de reducción 23 está prevista otra zona de gasificación 40 que se identifica aquí también como zona de gasificación de coque residual y que funciona con aire adicional como gasificador de contracorriente. El aire adicional se alimenta como aire inferior 41 a través de un manguito de entrada 42 dispuesto debajo de una parrilla móvil 43. La parrilla 43 está configurada, al igual que la parrilla 28 de la figura 1, como parrilla giratoria y se acciona con un motor de transmisión eléctrica 44. En vez de usarse aire 41, se puede alimentar también adicionalmente gas de humo y/o vapor de agua para reducir y controlar las temperaturas de reacción. El gas bruto producido se acumula en un espacio colector de gas anular 45 que está dispuesto en la altura de la zona de reducción 23 y que se forma mediante una pared cilíndrica 46 y una tapa 47. El espacio colector de gas 45 está abierto hacia abajo y se delimita sólo por la pila cónica 48 del coque de reducción. El gas bruto 50 acumulado en el espacio colector de gas 45 se aspira a través de un manguito 51 dispuesto en el perímetro del depósito 2. Una ventaja del dispositivo representado en la figura 2 radica en que la ceniza separada con la parrilla 43 y evacuada a través de un manguito de salida 49 contiene sólo cantidades muy pequeñas de carbono.

Las figuras 3 y 4 muestran otra forma de realización del dispositivo según la invención. El gasificador de depósito, representado en la figura 3, corresponde al de la figura 1 y presenta adicionalmente un sistema integrado de eliminación de polvo del gas bruto en el espacio colector de gas bruto. El polvo se elimina a través de un sistema de filtración 55 situado debajo de la parrilla 28 en un espacio colector de gas bruto 54, ampliado de manera correspondiente, delante del orificio de salida de gas 36. El sistema de filtración 55 comprende bujías filtrantes 56, conocidas en sí, que están orientadas transversalmente al eje longitudinal 14 del depósito, con preferencia horizontalmente, y fijadas en una placa de filtración 57 que separa un espacio colector de gas depurado 58 del espacio colector de gas bruto 54. Las bujías filtrantes 56 están soportadas por una placa de apoyo 59 en el lado opuesto a la placa de filtración 57. Las bujías filtrantes 56 están dispuestas una sobre otra en filas delante del orificio de salida de gas 36, como se puede observar en la representación en corte de la figura 4. El gas bruto se conduce a través de las bujías filtrantes 56 debido al efecto de la presión negativa existente en el orificio de salida de gas 36, separándose el polvo contenido en el gas bruto en las bujías filtrantes 56. El polvo separado se acumula junto con la ceniza de parrilla en la zona 60 en el fondo del depósito 2 y se evacua a través del orificio de salida 29.

La limpieza de la torta de filtración que se va creando en las bujías filtrantes 56 se lleva a cabo según el estado de la técnica con control de tiempo o presión diferencial mediante limpieza por golpe de presión (Jet-Pulse, chorros pulsantes). Con este fin, se alimentan impulsos de gas comprimido a través de las toberas de chorros pulsantes 61 a las bujías filtrantes para su limpieza. En el gasificador de depósito de la figura 3 está dispuesta una tobera de chorros pulsantes 61 para cada bujía filtrante 56, de las que sólo una está representada en la figura 3. Según el estado de la técnica, las toberas de chorros pulsantes 61 se abastecen de gas inerte comprimido (óxido de nitrógeno o dióxido de carbono) o gas propio comprimido (gas depurado).

En caso de usarse el sistema de filtración representado 55 en un gasificador con temperaturas de gas bruto que con seguridad son superiores a la temperatura de ignición propia del gas bruto, se puede usar ventajosamente aire ambiental comprimido, en vez de gas inerte o gas propio, para abastecer las toberas de chorros pulsantes 61. El oxígeno aportado de esta forma reacciona con el gas de gasificación circundante directamente después de salir de las toberas de chorros pulsantes 61 y lo oxida parcialmente. Por consiguiente, no existe el peligro de formación de una mezcla explosiva de gas/aire.

En la figura 5 está representada una modificación del aparato de gasificación según la figura 2, que está equipada con un sistema integrado de eliminación de polvo del gas bruto producido. En el caso de gasificador de depósito 64 de la figura 5, el polvo se elimina mediante un sistema de filtración 65 situado en el perímetro del depósito del gasificador. El sistema de filtración 65 comprende bujías filtrantes de gas caliente 67 que están orientadas esencialmente en paralelo al eje longitudinal 14 del depósito. El gasificador de depósito 64 presenta un espacio colector de gas bruto ampliado 54, para lo cual el depósito del gasificador está configurado en dos partes. Un depósito superior del gasificador 68, abierto hacia abajo, penetra en un depósito exterior ampliado 69 que forma la parte inferior del depósito del gasificador. Entre el depósito superior del gasificador 68 y el depósito exterior 69 se encuentra una hendidura anular 70, cuyo extremo superior está unido con el depósito superior del gasificador 68 mediante una brida 71. Un orificio de salida de gas 72 está dispuesto en el extremo superior de la hendidura anular 70 en el depósito exterior 69. Debajo del orificio de salida de gas 72 se encuentra en la hendidura anular 70 una placa de filtración 78, en la que se montan las bujías filtrantes 67 y que separa un espacio colector de gas depurado 73 del espacio colector de gas bruto 54. Las bujías filtrantes 67 sobresalen hacia abajo en la hendidura anular 70 esencialmente en paralelo al eje longitudinal común 14 de los depósitos 68 y 69. El gas bruto se alimenta mediante una presión negativa desde el espacio colector de gas bruto 54 a través de las bujías filtrantes 67 hasta el espacio

colector de gas depurado 73 y se conduce a continuación a través del orificio de salida de gas 72. En este caso, el polvo separado en las bujías filtrantes cae como torta de filtración sobre la pila cónica 74 del coque de reducción 75 en el marco de la limpieza descrita abajo. El polvo filtrado llega de este modo a la otra zona de gasificación para el coque residual. El polvo filtrado con gran contenido de carbono se gasifica en su mayor parte para formar cenizas en el marco de la gasificación precedente del coque residual y se evacua junto con las cenizas de la parrilla a través del manguito de salida 77.

En esta disposición, las bujías filtrantes 67 se limpian también mediante impulsos de gas comprimido que se alimentan a través de las toberas de chorros pulsantes 76. Las toberas de chorros pulsantes 76 están dispuestas en la brida 71, asignadas a las bujías filtrantes 67. El gas comprimido, alimentado a través de las toberas 76, corresponde al descrito anteriormente en relación con la figura 3.

La integración del sistema de eliminación de polvo en un gasificador de depósito no está limitada a gasificadores de depósito con una etapa de oxidación en forma de una cámara de oxidación central que está separada de la zona de desgasificación, sino que se puede aplicar también en gasificadores de depósito con otra construcción, por ejemplo, en gasificadores que funcionan según el llamado procedimiento de doble fuego.

En la figura 6 está representado esquemáticamente un gasificador 80 que funciona según el procedimiento de doble fuego. La construcción exterior de este gasificador corresponde al gasificador de depósito de la figura 2, pero sin una etapa de oxidación en forma de una cámara de oxidación central que está separada de la zona de desgasificación. El aire alimentado al gasificador 80 se identifica normalmente como aire superior y aire inferior y está representado en la figura 6 mediante las entradas de aire 81 y 82. De este modo se configuran dos zonas de fuego/incandescencia. La eliminación de polvo integrada se consigue en el gasificador 80 mediante un sistema de filtración 83 situado en el perímetro de un espacio colector de gas bruto 84 ampliado de manera correspondiente. El sistema de filtración 83 contiene bujías filtrantes de gas caliente 86 que están dispuestas esencialmente en paralelo al eje longitudinal del gasificador 80. La ampliación del espacio colector de gas bruto 84 y la disposición de las bujías filtrantes 86 corresponden a la realización descrita en relación con la figura 5.

Las bujías filtrantes 86 están dispuestas en una hendidura anular entre un depósito 90 abierto hacia abajo y un depósito exterior 91 que comprende el depósito anterior, y están situadas en la dirección del flujo delante del orificio de salida de gas 92 que se encuentra en el extremo superior de la hendidura anular. Las bujías filtrantes 86 están montadas en una placa de filtración 87 que separa un espacio colector de gas depurado 85 del espacio colector de gas bruto 84. La limpieza de las bujías filtrantes 86 se lleva a cabo a su vez mediante impulsos de gas comprimido que se alimentan a través de las toberas de chorros pulsantes 93 dispuestas en una brida de conexión 94 del depósito exterior en dirección al depósito, abierto hacia abajo, sobre las bujías filtrantes 86. El gas comprimido, alimentado a través de las toberas 93, corresponde al descrito anteriormente en relación con la figura 3. Al igual que en el dispositivo según la figura 5, en el funcionamiento del gasificador 80, el polvo separado en las bujías filtrantes cae como torta de filtración sobre una pila cónica 94 del coque de reducción 95 durante la limpieza. El polvo filtrado llega de este modo a la otra zona de gasificación para el coque residual. El polvo filtrado con gran contenido de carbono se gasifica en su mayor parte para formar cenizas en el marco de la gasificación precedente del coque residual y se evacua junto con las cenizas de la parrilla a través del manguito de salida 96.

Aunque la invención se ha descrito mediante formas de realización preferidas, se pueden realizar variantes de estas formas de realización y otras formas de realización, sin que por ello se abandone el ámbito de la invención, según está definido por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la producción de gas combustible a partir de un combustible sólido en un gasificador (80) que está configurado como gasificador descendente de lecho fijo y presenta un orificio de salida de gas en la parte inferior de un depósito del gasificador, **caracterizado porque** en un espacio colector de gas bruto dentro del depósito del gasificador (81) y delante de un orificio de salida de gas (92) está dispuesto un sistema de filtración (83) que presenta múltiples bujías filtrantes (86).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por** toberas de chorros pulsantes (93), las cuales están configuradas para alimentar impulsos de gas comprimido a las bujías filtrantes (86) para la limpieza de dichas bujías filtrantes.
3. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las bujías filtrantes están montadas transversalmente al eje longitudinal del depósito del gasificador una sobre otra en filas en una placa de filtración.
4. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las bujías filtrantes (86) están montadas en el perímetro del espacio colector de gas bruto (84) en paralelo al eje longitudinal del depósito del gasificador en una placa de filtración (87) que separa el espacio colector de gas bruto (84) de un espacio colector de gas depurado (85).
5. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el gasificador (80) está configurado para funcionar según el procedimiento de doble fuego y presenta dos zonas de fuego/incandescencia, entre las que se encuentra el orificio de salida de gas (92) y porque el sistema de filtración está dispuesto en el espacio colector de gas bruto (84) en la dirección del flujo delante del orificio de salida de gas (92).
6. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las bujías filtrantes están dispuestas en una hendidura anular entre un depósito abierto hacia abajo (90) y un depósito exterior (91) que comprende el depósito anterior y porque el orificio de salida de gas (92) se encuentra en el extremo superior de la hendidura anular.
7. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado porque** en una brida de conexión (94) del depósito exterior están dispuestas toberas de chorros pulsantes (93) en dirección al depósito abierto hacia abajo (55) sobre las bujías filtrantes (86), a las que se pueden alimentar impulsos de gas comprimido para la limpieza de dichas bujías filtrantes.
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**
- la cámara de oxidación (12) presenta orificios radiales (18) para alimentar el gas de pirólisis (20) producido en la zona de desgasificación (10) a la cámara de oxidación, y
 - existe otra zona de gasificación (40) conectada a la zona de reducción (23) para la gasificación de la mayor parte del coque residual fino procedente de la zona de reducción (23) mediante el suministro de otros agentes de gasificación (41) en esta zona de gasificación (40) que funciona como gasificador de contracorriente.
9. Procedimiento para la producción de gas combustible a partir de un combustible sólido en un gasificador de depósito (1), **caracterizado por** las siguientes etapas:
- a) alimentar de combustible el gasificador de depósito (1) que está configurado como reactor descendente de lecho fijo;
 - b) desgasificar el combustible en una zona de desgasificación (10) del gasificador de depósito mediante gasificación parcial autotérmica con suministro de aire desde el exterior;
 - c) alimentar de gas de pirólisis (20) de la zona de desgasificación (10), obtenido de este modo, una etapa de oxidación (12) que está situada dentro del depósito y separada de la zona de desgasificación y en la que se oxida parcialmente y se craquea térmicamente el gas bruto con adición de un agente oxidante; y
 - d) reducir el gas de escape procedente de la etapa de oxidación (12) para formar un gas combustible (35) en una zona de reducción (23), situada a continuación de la etapa de oxidación, mediante el coque producido en la zona de

desgasificación con absorción de calor,

y **caracterizado porque** el gas producido se filtra antes de salir del depósito (2) a través de bujías filtrantes (56, 67) dispuestas delante del orificio de salida (36, 72).

5

10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado porque** la filtración se lleva a cabo en la zona situada delante de un orificio de salida (36, 72).

10 11. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado porque** se alimentan impulsos de gas comprimido a las bujías filtrantes (56, 67) mediante toberas de chorros pulsantes para la limpieza de dichas bujías filtrantes.

12. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado porque**

15 - el coque de reducción (24) producido en la zona de desgasificación (10) se alimenta a la zona de reducción (13) sin pasar por la etapa de oxidación (12), y

- al aire (21) alimentado a la etapa de oxidación (12) se adiciona vapor de agua, y/o

20 - al aire (21) alimentado a la etapa de oxidación (12) se adiciona gas de humo procedente de una máquina térmica que funciona con el gas combustible (35), y/o

- a la corriente de aire (8) alimentada a la zona de desgasificación (10) se adiciona vapor de agua y/o gas de humo procedente de una máquina térmica.

25

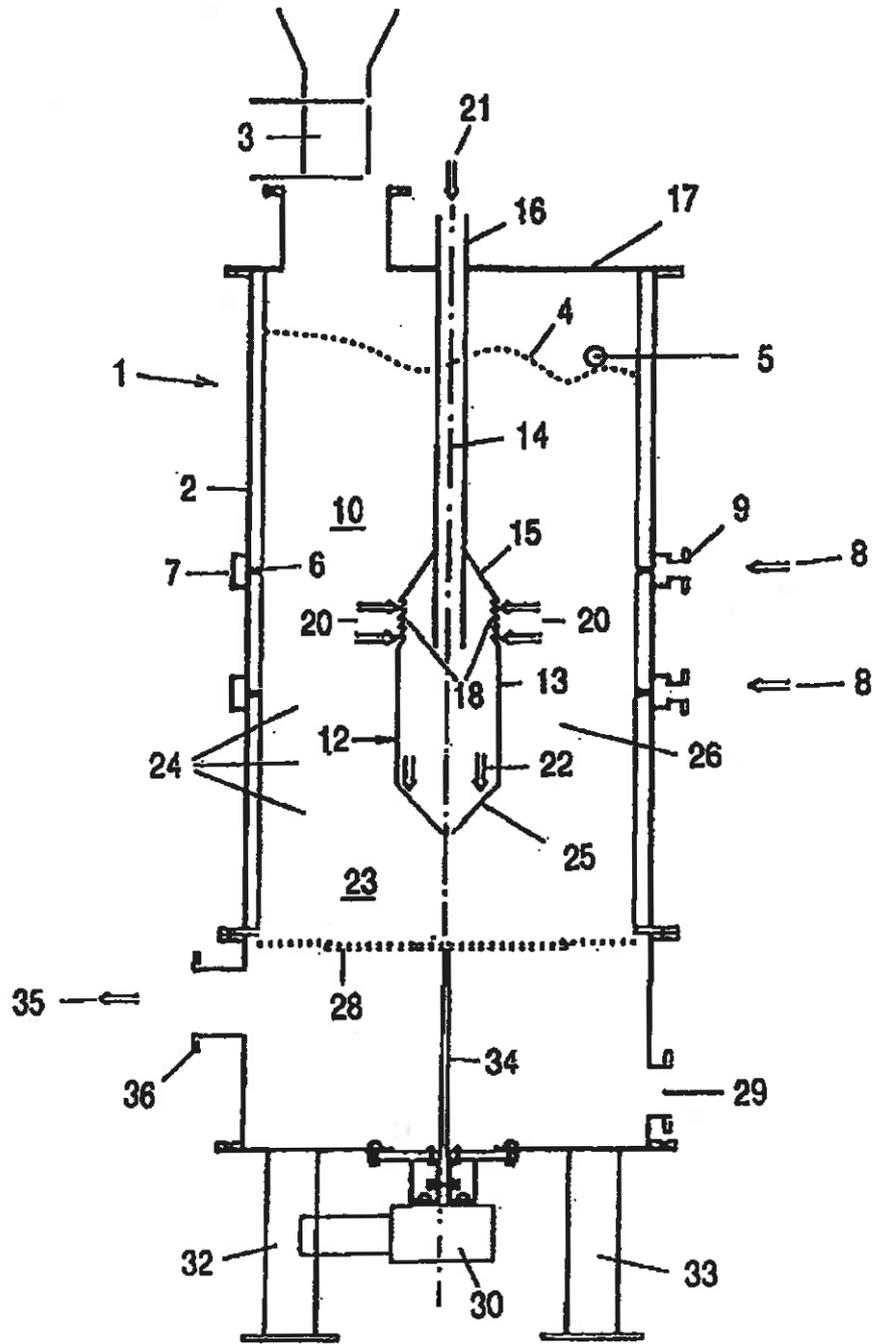


Fig. 1

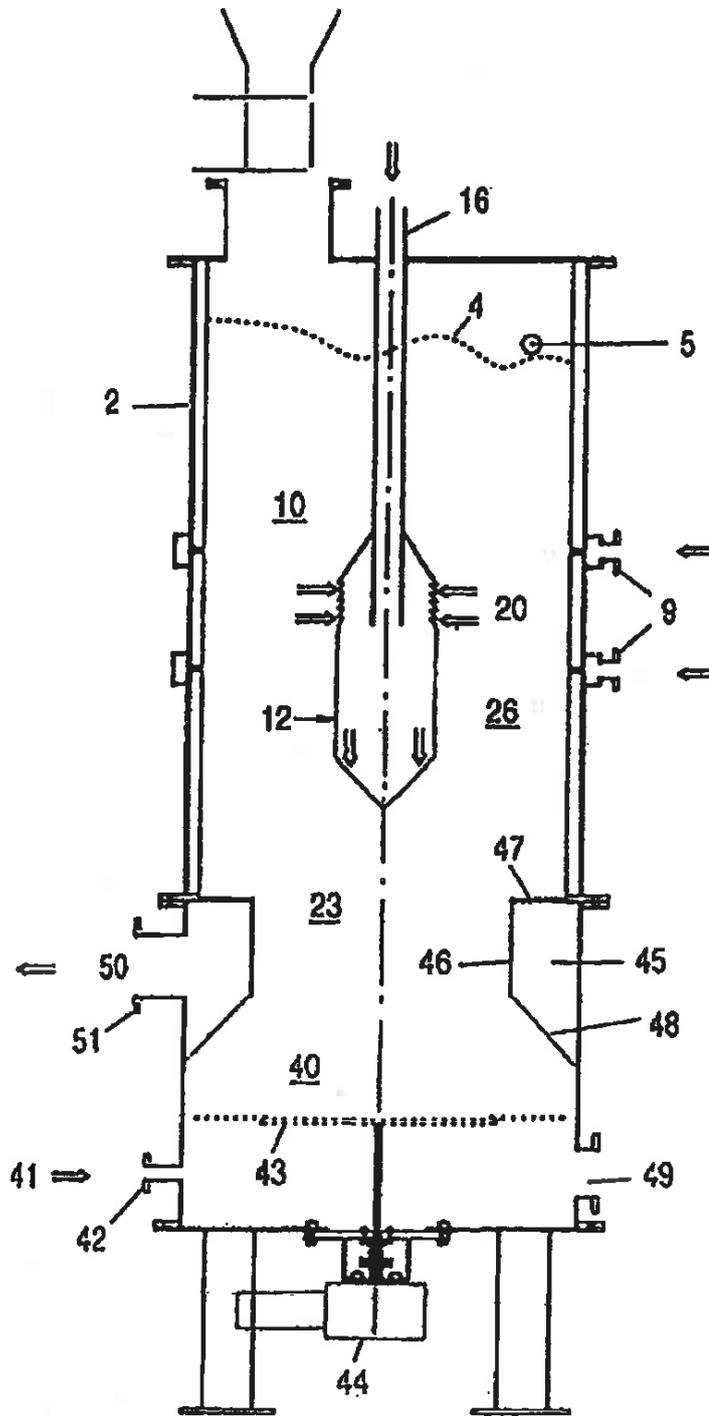


Fig. 2

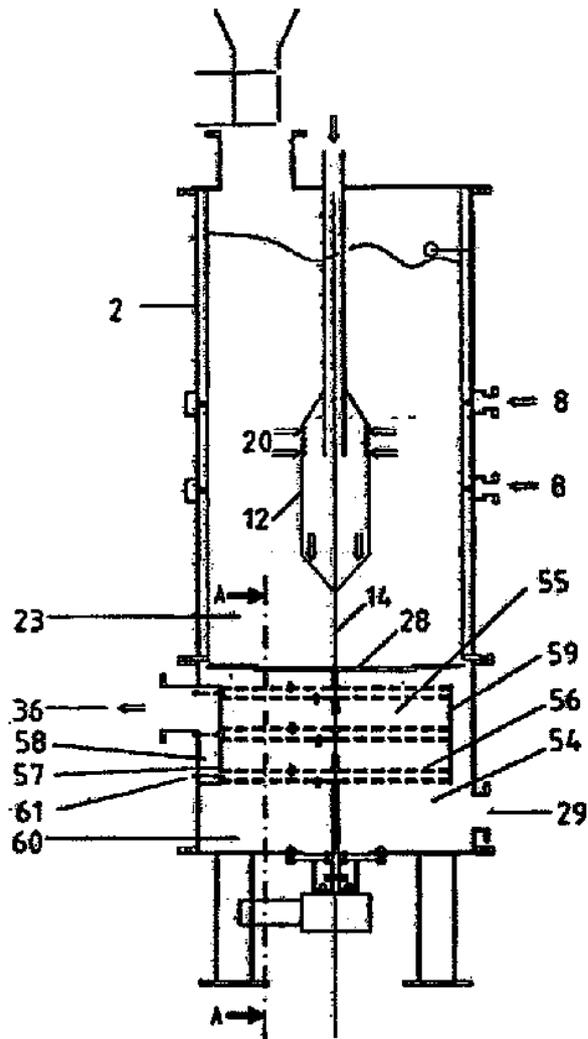


Fig. 3

Corte A - A:

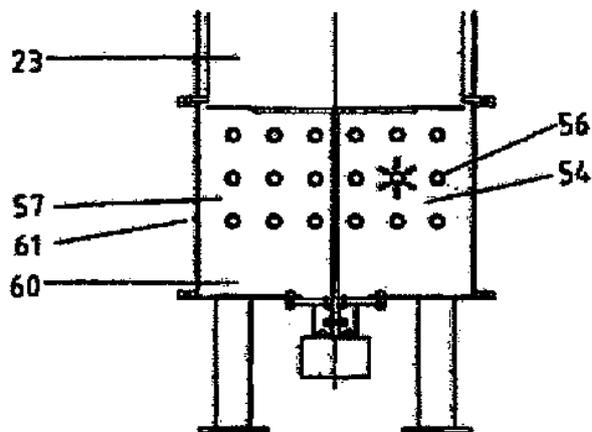


Fig. 4

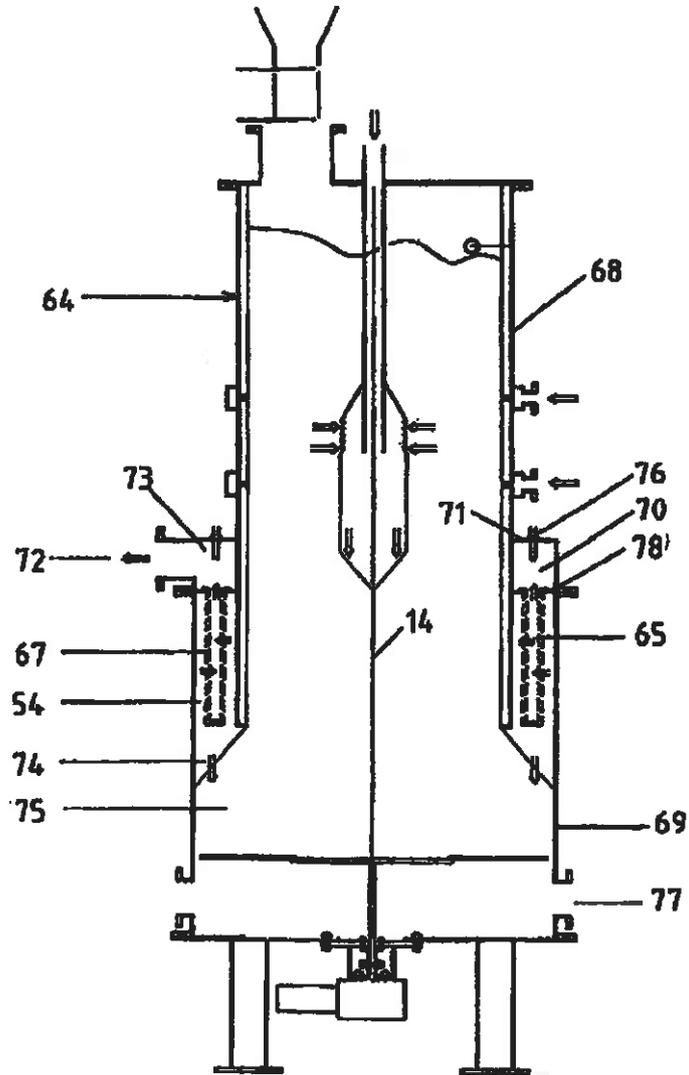


Fig. 5

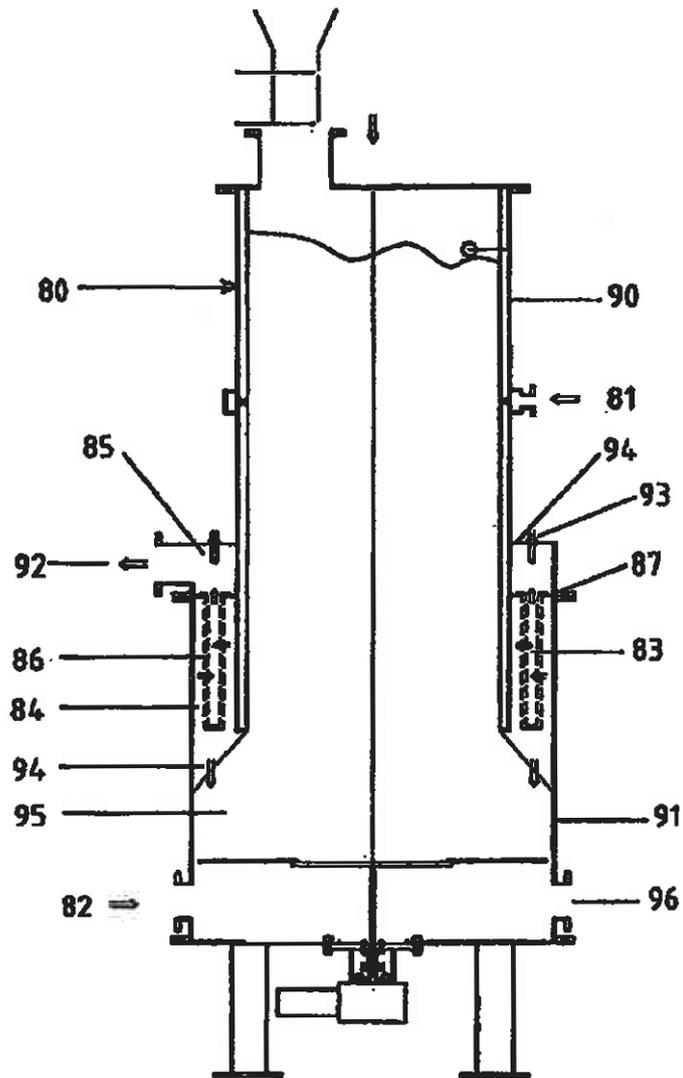


Fig. 6