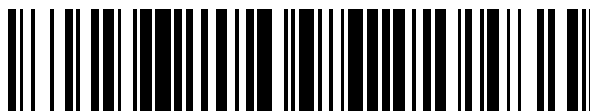


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 662 865**

51 Int. Cl.:

C01B 3/02 (2006.01)

C10J 3/72 (2006.01)

C10J 3/30 (2006.01)

C10J 3/60 (2006.01)

C10J 3/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.08.2014 PCT/DE2014/000438**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.03.2015 WO15039640**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.08.2014 E 14777502 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2017 EP 3046997**

54 Título: **Gasificador de 3 zonas y procedimiento para el funcionamiento de un gasificador de este tipo para la conversión térmica de productos de desecho y residuos**

30 Prioridad:

20.09.2013 DE 102013015920

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

10.04.2018

73 Titular/es:

**RECOM PATENT & LICENSE GMBH (100.0%)
Johann-Georg-Str. 2
10709 Berlin, DE**

72 Inventor/es:

**STREITENBERGER, HARTWIG;
KABIS, ANDRÉ;
STÖBER, REINHARD;
ZEPTER, JOHANNES y
WILFER, ROBERT**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 662 865 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

Gasificador de 3 zonas y procedimiento para el funcionamiento de un gasificador de este tipo para la conversión térmica de productos de desecho y residuos

5 La invención se refiere a un dispositivo en forma de un gasificador de 3 zonas según la denominación genérica de las reivindicaciones, así como a un procedimiento para el funcionamiento de un gasificador de este tipo, por ejemplo, en un dispositivo para la descomposición térmica de productos de desecho y residuos (sustancias sólidas que contienen carbono).

Ya se conocen diferentes dispositivos y procedimientos que revelan la preparación y/o la combustión y/o la gasificación de productos de desechos y materiales residuales que contienen carbono.

10 Así, por el documento EP 0 609 802 A1, por ejemplo, se conocen un dispositivo y un procedimiento para la desgasificación y/o la gasificación continuas. El dispositivo según el documento EP 0 609 802 A1 se compone de un reactor a modo de caja en el que la carga, el elemento de gasificación gaseoso y el combustible gaseoso generado se guían en una corriente continua de forma descendente. En este caso, el elemento de gasificación es calentado previamente por el combustible gaseoso en un intercambiador de calor de contracorriente helicoidal situado en la parte del revestimiento. Este elemento de gasificación previamente calentado se calienta adicionalmente en canales en forma de hélice o en forma de onda en el cuerpo cerámico de crisol del reactor y en un cuerpo central cónico o paraboloidal móvil o fijo que sirve como extremo de crisol y que penetra en la parte inferior de la carga. La parrilla está formada por una contrapieza giratoria que se puede desplazar verticalmente, que representa un cono completo o un cuerpo anular cónico hueco y que, frente a la parte de crisol inferior, deja abierto un paso anular ajustable para la extracción del combustible gaseoso generado y para la descarga de los productos de reacción sólidos o líquidos en forma de ceniza, escoria o residuos de destilación.

Esta solución técnica tiene el inconveniente de que la desgasificación y/o la gasificación de los combustibles sólidos o de los materiales residuales no se realizan por completo.

25 Además hay que añadir que el gasificador de corriente continua descendente también es sensible con respecto a la fragmentación del combustible.

Por otra parte, este gasificador presenta un comportamiento de carga parcial más bien malo, dado que, en caso de carga parcial, la cantidad de gasificante disminuye, las zonas calientes se vuelven más pequeñas y las zonas intermedias con una temperatura reducida aumentan. De este modo también aumenta el contenido de alquitrán en el gas del producto. Sin embargo, sólo se produce un producto con un contenido de alquitrán reducido si en el lecho de brasas hay una temperatura suficientemente alta (estabilidad respecto a la temperatura) por toda la sección transversal del gasificador y los gases de pirólisis fluyen a través de una zona de reducción caliente cerrada. Este no es el caso de las instalaciones con dimensiones más grandes y resulta relativamente difícil de conseguir.

Aparte de los tiempos de permanencia condicionados que, por lo tanto, reducen el rendimiento, este tipo de gasificador tiende además a obstrucciones y desplazamientos relacionados con el procedimiento.

35 El documento DE 199 37 521 A1 revela un procedimiento y un dispositivo especialmente para el tratamiento de productos de desecho parcialmente descompuestos.

Este dispositivo se compone de un reactor a modo de caja y en forma de embudo en la parte inferior en el que la carga de las partículas de carbono se introduce tangencialmente y el aire como elemento de gasificación se introduce axialmente, convirtiéndose en gas de síntesis ascendente por medio de una reacción termoquímica.

40 La sección en forma de cono truncado del fondo posee además un paso anular lateral a través del cual el aire puede entrar axialmente en la cámara del reactor y mezclarse con la mezcla de gas y carbono. Esta mezcla de gas arrastra las partículas de carbono del lecho sólido hacia fuera de forma ascendente y se convierte energéticamente en gas de síntesis en la cámara del reactor a una temperatura de hasta 1.200°C.

45 En la parte superior del depósito, el flujo desciende hacia el interior y reposa, de manera que las partes de carbono que todavía no se han descompuesto térmicamente y las partes de ceniza vuelvan a caer. Allí llegan a una tolva colectora dispuesta en el centro que se extiende hasta la zona inferior y que se retira mediante un transportador de tornillo sin fin.

50 Esta solución técnica tiene la desventaja de que la desgasificación y/o la gasificación de las sustancias sólidas no se realizan por completo y que, debido al suministro incontrolado de carbono con la sedimentación y la escorificación asociadas, especialmente componentes inertes, la estabilidad del proceso puede variar desventajosamente en la parte inferior del fondo en forma de cono truncado, lo que da lugar a obstrucciones y, como consecuencia, a una parada incontrolable del proceso.

Además, una parte considerable de los componentes de carbono no transformados térmicamente se elimina con la ceniza y la escoria.

55 Por otra parte también resulta el inconveniente de la alta cantidad de polvo (de carbono) y de alquitrán que se produce en el gas del producto.

El documento DE 44 17 082 C1 revela un reactor para la gasificación térmica de combustible sólido con un suministro de combustible en el fondo del reactor, con un transportador vertical de combustible para el transporte del combustible a una cámara de gasificación que se puede llenar con el combustible, con un conducto de alimentación que desemboca en toberas para el aire primario precalentado en la cámara de gasificación, con un dispositivo de evacuación de ceniza y con una cámara de postcombustión que se puede alimentar con aire secundario y dispuesta por encima de la cámara de gasificación y a la que llegan los gases generados del combustible, estando dotada la cámara de gasificación de un dispositivo agitador que actúa fundamentalmente por toda su altura, disponiéndose en la cara superior de la cámara de gasificación un orificio de evacuación de ceniza y disponiéndose en la cámara de postcombustión al menos una pared que refleja la radiación térmica y que presenta al menos un orificio de paso de gas fundamentalmente a lo largo de toda la sección transversal interior del reactor.

La pared que refleja la radiación térmica y que presenta al menos un orificio de paso de gas, se realiza en este caso como una primera pared abierta a modo de cúpula de la cámara de postcombustión con un orificio central de paso de gas.

Por encima de esta primera pared abierta a modo de cúpula de la cámara de postcombustión se dispone una segunda pared abierta a modo de cúpula que con la pared del reactor forma un paso anular, de manera que el gas de postcombustión se desvíe, con lo que las partículas sólidas arrastradas caen del flujo de gas, de modo que el gas bruto en su mayor parte desempolvado esté disponible en los elementos de salida de gas bruto. Por lo tanto, esta solución técnica sirve para mejorar el proceso térmico de gasificación.

El documento DE 10 2008 058 602 A1 revela un gasificador que comprende una cámara de gasificador, con una cámara libre de gasificador, y un pie de gasificador, estando la cámara libre de gasificador rodeada por una camisa de gasificador y presentando por uno de sus extremos cerrados una salida de gas de síntesis y estando unida al pie de gasificador por su segundo extremo abierto a través de la camisa de gasificador, configurándose el pie de gasificador en su cámara interior como un vaso de gasificador al que llegan un dispositivo de entrada, así como al menos un conducto, rodeando el vaso de gasificador con la camisa de gasificador una cámara de aislamiento a través de la cual se guían el dispositivo de entrada, el conducto, la caja central y el eje de agitador con el dispositivo de transporte, sujetando la camisa del pie de gasificador a la misma y disponiéndose en la cámara de gasificador una cúpula de gasificador de manera que se genere una hendidura entre la cúpula de gasificador y la camisa de gasificador y/o el vaso de gasificador, presentando el vaso de gasificador un fondo dotado de escotaduras frente a la cámara de gasificador, desembocando el fondo en una caja central, convirtiéndose la caja central en una caja de descarga y apoyándose de forma giratoria las herramientas del agitador en el vaso de gasificador por medio de un eje de agitador horizontal, estando rodeado el eje de agitador por un dispositivo de transporte.

En este caso, la cúpula del gasificador se diseña en forma de caperuza y se dispone centrada en la cámara libre del gasificador. Aquí la hendidura se puede configurar como paso anular.

El vaso de gasificador del gasificador de lecho móvil según el documento DE 10 2008 058 602 A1 se llena por medio de un dispositivo de entrada con productos de desecho o materiales residuales que se agitan por medio de las herramientas del agitador y se gasifican con gasificantes a través de las escotaduras del fondo, llevándose a cabo una gasificación de los productos de desecho o de los materiales residuales en el pie del gasificador y en la cámara del gasificador, llegando los productos de gasificación a través del paso anular y desviándose por la salida de gas de síntesis, evacuando el dispositivo de descarga la ceniza y la escoria formada durante la gasificación a través de las escotaduras del fondo por la caja central y la caja de descarga.

El inconveniente de las dos soluciones técnicas según los documentos DE 44 17 082 C1 y DE 10 2008 058 602 A1 consiste en que se prevé un eje de agitador vertical u horizontal con un dispositivo de transporte para agitar los productos de desecho que puede dar lugar a fallos en el funcionamiento de los gasificadores, por ejemplo, si las sustancias sólidas en los productos de desecho o en los materiales residuales bloquean mecánicamente el dispositivo de transporte o si, por ejemplo, se produce una obstrucción de los gasificadores como consecuencia de sustancias sólidas inertes y aglomeradas que no se pueden descargar.

Además, estas dos soluciones técnicas tienen el inconveniente de que el proceso de gasificación está sujeto a fuertes fluctuaciones debidas a las reacciones termoquímicas variables y condicionadas por el proceso, en especial debido también a la acumulación de calor que se produce, pudiendo ser, por lo tanto, inestable e influyendo el tiempo de permanencia insuficiente de los productos de desecho o de los materiales residuales en el gasificador negativamente en la gasificación completa de las partículas de carbono, así como en la separación de alquitranes y fenoles, de manera que se genera un gas bruto cargado con alquitrán y polvo.

Por este motivo, la invención se basa en la tarea de evitar los inconvenientes antes citados del estado de la técnica y de proponer un dispositivo en forma de un gasificador de 3 zonas que en especial inicie un tiempo de permanencia más largo y, por consiguiente, una transformación del carbono cualitativa y cuantitativamente más alta, así como un aumento del rendimiento del proceso de gasificación, que evite las obstrucciones, los desplazamientos y el llenado excesivo condicionados por el procedimiento del gasificador como consecuencia de sustancias sólidas inertes o impurezas que forman escoria, que organice una intensificación de la transmisión de calor convectiva en las partículas de carbono mediante la transformación de un flujo prácticamente laminar en un flujo turbulento a través de dispositivos de formación de flujo y la fijación de zonas de gasificación adaptivas, que garantice una estabilización del proceso de gasificación mediante el suministro separado de, por ejemplo, gases de destilación, gasificantes,

vapor recalentado, etc., en las zonas de gasificación por encima del lecho fijo fluidificado, así como que alcance una estabilidad de proceso y temperatura diferenciada y mayor gracias a la influencia técnica de control mediante guías reotécnicas dentro de las zonas de gasificación sin acumulación de gas ni de calor, generando un gas bruto prácticamente cargado con alquitrán y polvo.

- 5 Esta tarea se resuelve mediante un gasificador según la reivindicación de patente 1 y mediante un procedimiento según la reivindicación de patente 9. En las reivindicaciones de patente siguientes se indican configuraciones ventajosas.

10 La idea de la invención consiste en que gracias al gasificador de 3 zonas según la invención y al procedimiento según la invención para el funcionamiento continuo del mismo, por ejemplo, en un dispositivo para la conversión térmica con tratamiento de gas de productos de desecho y/o materiales residuales que contienen carbono (también llamados sustancias sólidas que contienen carbono), es posible realizar una conversión termoquímica de estos productos de desecho y materiales residuales en un gas de proceso aprovechable, de buena calidad y de alta energía, transformándose de nuevo los productos de desecho y los materiales residuales que contienen carbono (especialmente el carbono aún no descompuesto por completo procedente de los procesos finales y de gasificación) lo más completamente posible, de manera que su utilización en la técnica de procesos se pueda llevar a cabo dentro de lo posible sin contaminantes, alquitrán ni polvo de acuerdo con las normas medioambientales correspondientes.

15 El gasificador según la invención (también denominado gasificador de 3 zonas) comprende una artesa de gasificador con paredes finales realizadas, por ejemplo, en forma de cuba, de artesa, de vaso o de cubeta, y un fondo perforado ventajosamente con una forma acanalada que presenta una superficie perforada libre de aproximadamente un 8-20 12% con respecto a la superficie que limita la caja de descarga.

En este caso, la artesa de gasificador está rodeada por un revestimiento, presenta una descarga de sustancia y está rodeada por una cámara de separación que desemboca en una caja de descarga.

El gasificador de 3 zonas dispone además de una camisa de gasificador con aislamiento dispuesta por encima de la artesa de gasificador que es preferiblemente tubular y que se fija preferiblemente por medio de soportes.

- 25 La camisa de gasificador soporta la cabeza de gasificador, estando dotada igualmente la cabeza de gasificador de un aislamiento y estando dotada ventajosamente de un acceso de servicio, así como de un conducto de evacuación.

La artesa del gasificador, la camisa del gasificador y la cabeza del gasificador se unen entre sí de forma impermeable al gas.

- 30 La camisa del gasificador y la cabeza del gasificador rodean una cámara libre de gasificador, encontrándose en la parte superior de la camisa del gasificador una descarga de gas de síntesis.

El gasificador de 3 zonas se dota de una descarga de impurezas y presenta un revestimiento que lo recubre por completo, así como una entrada de sustancias sólidas que conduce a la artesa del gasificador, preferiblemente de forma horizontal, así como aproximadamente dos tercios por debajo del límite de llenado de la sustancia sólida.

- 35 El gasificador se dota de una unión flexible que, en función de la disposición y de los requisitos, permite una integración del gasificador en una línea de proceso térmica (o en una instalación grande o en una operación separada).

La caja de descarga dispuesta debajo del fondo perforado está dotada de una esclusa y desemboca en un dispositivo de descarga para material residual.

- 40 En la caja de descarga desemboca al mismo tiempo un conducto de gasificante y por encima del límite de llenado se prevé en la artesa del gasificador un inyector para la aportación separada de gases de destilación, gasificantes, vapor recalentado, etc.

- 45 En la zona por debajo de la unión por bridas entre la artesa de gasificador y la cámara de separación se coloca en el centro de la cámara libre del gasificador un cono truncado revestido abierto por ambos lados que se va estrechando en dirección de la cabeza de gasificador y que sobresale de la artesa de gasificador en forma de campana/a modo de caperuza.

Este cono truncado revestido presenta por su cara abierta orientada hacia el vaso de gasificador un orificio de paso anular central que se genera por medio de una válvula de flujo.

- 50 Esta válvula de flujo está formada por el anillo de flujo (es decir, el canto superior del cono truncado orientado hacia el vaso de gasificador), que representa un asiento de válvula, y por un cuerpo de válvula de flujo, preferiblemente esférico, dispuesto en el centro directamente encima del anillo de flujo.

En este caso, el cuerpo de válvula de flujo presenta una guía central y un elemento de retención con un dispositivo elevador que se encuentra fuera de la cabeza del gasificador y que se guía a través de la cabeza del gasificador. Mediante la guía con dispositivo elevador, el cuerpo de válvula de flujo se puede mover frente al anillo de flujo, regulando, por lo tanto, la dimensión del orificio de paso anular central de la válvula de flujo.

- 55 Alternativamente también existe por supuesto la posibilidad de que el anillo de flujo se pueda mover con respecto al cuerpo de válvula de flujo en el que el cono truncado se configura de forma móvil, por ejemplo, en el que éste se

mueve verticalmente de forma controlada con un dispositivo elevador situado fuera de la cabeza del gasificador y por medio de un varillaje de elevación guiado a través de la cabeza del gasificador.

5 En ambas soluciones técnicas resulta fundamental que se genere un orificio de paso anular central entre la parte superior del cono truncado revestido y la válvula de flujo que se modifica/ajusta en su dimensión a lo largo del guiado central por medio del dispositivo elevador (primer canal de flujo), y que el revestimiento del cono truncado forme, con una pared de guía que se desarrolla perimetralmente por la cara interior de la camisa de gasificador, un orificio de paso anular radial (segundo canal de flujo), siendo posible regular, en función de la configuración, el primer o el segundo o el primer y el segundo canal de flujo.

10 Mediante estos dos canales de flujo regulables, el límite de llenado organizado de una sustancia sólida introducida, que da lugar a un lecho fijo fluidificado, y la estructura de gasificador/geometría de gasificador especial, se forman en el gasificador tres zonas:

- una zona de gasificación adaptiva Z1 en el lecho fijo fluidificado,

- una zona de gasificación adaptiva Z2 por encima del lecho fijo fluidificado, así como en la zona interior del cono truncado revestido y

15 - una zona de gasificación adaptiva Z3 en la zona interior de la artesa de gasificador y en la cámara libre del gasificador.

En este caso se entiende que todas las conexiones, entradas y salidas del gasificador se realizan convenientemente impermeables al gas y a la presión y que el gasificador está aislado de forma termotécnica.

20 En el procedimiento para el funcionamiento del gasificador de 3 zonas antes descrito, éste se integra preferiblemente en un dispositivo en sí conocido para la conversión térmica de productos de desecho y/o materiales residuales como gasificador para la conversión con tratamiento de gas (no obstante, el gasificador de 3 zonas también puede funcionar por separado), llenándose la artesa del gasificador a través de la entrada de sustancias sólidas con las sustancias sólidas que contienen carbono o con la mezcla de sustancias sólidas/gas y solicitándose de forma ascendente de abajo a arriba a través del fondo perforado acanalado dispuesto en la parte inferior de la artesa de gasificador, añadiendo de manera controlada gasificante precalentado por medio de un conducto de gasificante, de modo que en la zona de gasificación adaptiva Z1 en el estado de funcionamiento requerido por la temperatura, preferiblemente a 800°C aproximadamente, se produzca una flotación fluidificada del lecho fijo con la consiguiente conversión termoquímica reactiva de las sustancias sólidas que contienen carbono en un gas de síntesis de alto valor calorífico.

30 En la siguiente zona de gasificación adaptiva Z2, por encima del límite de llenado, la sustancia sólida liberada durante la flotación y aún no transformada experimenta una nueva conversión termoquímica, preferiblemente a unos 1300°C provocada por una transmisión de calor convectiva intensiva y una velocidad de flujo amortiguada de la mezcla de gas por medio del cono truncado revestido dispuesto por encima del lecho fijo fluidificado.

35 Mediante una introducción separada de gases de destilación, gasificantes, vapor recalentado, etc. a través del inyector en la zona de gasificación Z2, el complejo guiado de gas a través del orificio de paso anular radial, el orificio de paso anular central controlado en la parte superior del cono truncado revestido y el canal de flujo paralelo, este proceso se refuerza en tal medida que el proceso de flujo prácticamente laminar se transforma en un proceso de flujo turbulento, produciéndose, por lo tanto, turbulencias que aumentan el rendimiento.

40 La distribución de la velocidad por las zonas de gasificación adaptiva, especialmente en la transición turbulenta del paso anular central y del canal de flujo a la cámara libre de gasificador disponible de la zona de gasificación adaptiva Z3 preferiblemente a unos 950°C, tiene un efecto prolongado en el tiempo de permanencia del carbono residual aún existente y flotante y en su conversión completa en gas de síntesis.

45 Mediante el guiado específico con las zonas de gasificación y temperatura Z1 a Z3 que estabilizan el proceso y con una cámara libre de gasificador disponible se descomponen prácticamente por completo las uniones orgánicas, especialmente también el alquitrán, convirtiéndose en un gas de síntesis de alto valor calorífico.

Por consiguiente, las impurezas inertes (ceniza, escoria, piedras, residuos minerales, etc.) con una densidad mayor que la mezcla de carbono fluidificado se hunden y se descargan a través del fondo perforado acanalado, de la caja de descarga, de la esclusa y del dispositivo de descarga. Los residuos sobre el fondo perforado acanalado que no se pueden separar se evacúan mediante la descarga de impurezas, preferentemente un tornillo sin fin/una hélice.

50 El mismo dispositivo regula el grado de llenado necesario en la artesa del gasificador y, por lo tanto, el límite de llenado de las sustancias sólidas que contienen carbono. Los componentes de carbono se pueden conducir de nuevo al gasificador para su aprovechamiento en el proceso previo y/o después de la separación de las impurezas.

El gas de síntesis así generado, compuesto fundamentalmente de CO, H₂, CH₄ y CO₂, se extrae en la parte superior del gasificador y se aporta para su uso posterior después de un proceso de limpieza y enfriamiento.

55 Resultan ventajosas para el control continuo del proceso especialmente la división espacial en zonas de gasificación adaptivas Z1 a Z3, la estabilización y la mejora del proceso de gasificación con gases de destilación, etc., y las condiciones de flujo que pueden variar mediante el cono truncado revestido con válvula de flujo a través de dos

canales de flujo, así como la influencia técnica de control del proceso de gasificación (temperatura y presión) bajo condiciones atmosféricas y estequiométricas específicas.

La ventaja del gasificador de 3 zonas antes descrito y del proceso para el funcionamiento de este gasificador consiste en un tiempo de permanencia más largo y en la conversión de carbono cualitativa y cuantitativamente más alta que conlleva, así como en un aumento del rendimiento del proceso de gasificación, evitándose las obstrucciones, los desplazamientos y el llenado excesivo del gasificador como consecuencia de sustancias sólidas inertes o de impurezas que forman escoria.

Por otra parte, el gasificador de 3 zonas y el procedimiento para su funcionamiento dan lugar a una intensificación de la transmisión de calor convectiva en las partículas de carbono mediante la conversión de un flujo prácticamente laminar en un flujo turbulento a través de los dispositivos de formación de flujo y mediante la organización de zonas de gasificación adaptivas.

Además se garantiza una estabilización del proceso de gasificación mediante la aportación separada, por ejemplo, de gases de destilación, gasificantes, vapor recalentado, etc., en las zonas de gasificación por encima del lecho fijo fluidificado, así como una estabilidad de proceso y temperatura diferenciada y mayor gracias a la influencia técnica de control por medio de guías reotécnicas con la ayuda de los dos canales de flujo dentro de las zonas de gasificación Z1 a Z3 sin acumulación de gas ni calor, de manera que se pueda generar un gas bruto prácticamente despolvado por completo.

La invención se explica a continuación más detalladamente a la vista de los dibujos esquemáticos. Se muestra en la:

Figura 1 una representación esquemática en sección de una forma de realización del gasificador de 3 zonas según la invención,

Figura 2 una representación esquemática de una vista exterior del gasificador de 3 zonas según la figura 1 y

Figura 3 una representación sinóptica esquemática de un dispositivo para la conversión térmica de productos de desecho y/o de materiales residuales que contienen carbono con un tratamiento de gas utilizándose/integrándose el gasificador de 3 zonas según la figura 1.

El gasificador de 3 zonas representado en la figura 1 comprende una artesa de gasificador inferior (3) con un revestimiento (4) y una camisa de gasificador preferiblemente tubular (13) dispuesta encima con un aislamiento (14), una descarga de gas de síntesis (16), una cabeza de gasificador (17) con un acceso de servicio (18) y un conducto de evacuación (19), uniéndose la artesa de gasificador (3), el revestimiento (4) y la caja de descarga (6) a la camisa de gasificador (13) de forma impermeable al gas y fijándose la camisa de gasificador (13) por medio de un soporte (15).

La artesa de gasificador (3) se realiza preferiblemente de forma semitubular con paredes finales laterales y se va estrechando de arriba a abajo con un fondo perforado preferentemente acanalado (35), con una descarga de impurezas (5) dispuesta en éste en el eje longitudinal, con una entrada de sustancias sólidas (1), con preferencia horizontalmente con hélice de transporte, y con una unión flexible (2), preferiblemente dos tercios por debajo del límite de llenado (33), y con un inyector (10) que se coloca por encima del límite de llenado del lecho fijo fluidificado (34).

Por debajo de la artesa de gasificador (3), que está dotada preferiblemente de un fondo perforado acanalado (35), se encuentra en la cámara de separación (11), entre la artesa de gasificador (3) y el revestimiento (4), una caja de descarga (6) con un conducto de gasificante (9) que se puede realizar de forma simple o múltiple.

La caja de descarga (6) se une a una esclusa (7), preferiblemente una esclusa de rueda celular, y a un dispositivo de descarga (8), preferentemente una hélice de transporte o un transportador de cadena tubular.

Por encima de la unión por bridas (12) se dispone en el centro y dentro de la camisa del gasificador (13) con aislamiento (14), un cono truncado revestido (21) que se estrecha de abajo a arriba y que se realiza preferiblemente cerrado en la superficie, de manera que entre este orificio de paso anular radial (22) y el cuerpo de válvula de flujo (23) dispuesto céntricamente encima en la parte superior del cono truncado revestido (21) a través del anillo de flujo (31) se forme un orificio de paso anular central (32) [la así llamada válvula de flujo para la generación del orificio de paso anular (32)].

Prácticamente paralela al cono truncado revestido (21) abierto por ambos lados se encuentra en la cara interior de la camisa de gasificador (13) una pared de guía periférica (26) realizada preferiblemente angular y/o segmentada, de modo que se configure un canal de flujo (30) entre el cono truncado (21) y la pared de guía (26).

En la cámara libre de gasificador (20) por debajo de la cabeza del gasificador (17) se encuentra la guía central con el elemento de retención (24) para el cuerpo de válvula de flujo (23), uniéndose esta guía a un dispositivo elevador (25) para el ajuste vertical del cuerpo de válvula de flujo (23). En este caso, el dispositivo elevador (25) se encuentra fuera del gasificador de 3 zonas y por encima de la cabeza del gasificador (17).

Por otra parte, mediante la estructura adaptiva del gasificador de 3 zonas [dimensión regulable del orificio de paso anular central (32)] se crean zonas y temperaturas de gasificación que mejoran el proceso de forma específica y flujos turbulentos, especialmente en el lecho fijo fluidificado (34) con la zona de gasificación adaptiva Z1 (27), entre

el límite de llenado (33) y el cono truncado revestido (21) con la zona de gasificación adaptiva Z2 (28) y en la cámara libre de gasificador (20) con la zona de gasificación adaptiva Z3 (29).

Además, el cuerpo de la válvula de flujo (23) se puede realizar ventajosamente de forma opcional y específica en forma de bola, en forma de cono, en forma de semicápsula, plana o cilíndrica, lo que influye especialmente en las condiciones de flujo y temperatura controladas por la dimensión regulable del orificio de paso anular central (32).

Además, la pared de guía (26) puede realizarse opcional y específicamente de forma angular, redonda, ovalada, plegada y/o perfilada.

Para las influencias condicionadas por el proceso, el cono truncado revestido (21) se puede configurar perforado, punzonado, ranurado y/o en forma de criba.

La artesa del gasificador (3) con una forma de semicápsula debería presentar una superficie perforada libre de aproximadamente un 8%-12% con respecto a la superficie que limita la caja de descarga (6).

Este gasificador de 3 zonas funciona como sigue:

El gasificador de 3 zonas representado en la figura 1 y en la figura 2 permite una conversión continua de sustancias sólidas que contienen carbono mediante una oxidación y reducción parcial específica (control autotérmico del proceso) por medio de las tres zonas de gasificación adaptivas Z1 y Z2 (27 y 28), así como Z3 (29) con una reducción y una oxidación posteriores bajo condiciones atmosféricas definidas. En estado de servicio, el gasificador de 3 zonas fluye desde abajo (proceso de flujo prácticamente laminar) hacia arriba (proceso de flujo turbulento adaptado) en una corriente continua ascendente.

En estado de servicio del gasificador de 3 zonas, las sustancias sólidas que contienen carbono o las mezclas de sustancias sólidas/gas se introducen lateralmente en la artesa de gasificador (3) por medio de una entrada de sustancias sólidas (1) dispuesta horizontalmente, preferiblemente una hélice de transporte, con una unión flexible (2) a través del revestimiento (4). En este caso, la entrada de sustancias sólidas (1) debe colocarse con preferencia aproximadamente dos tercios por debajo del límite de llenado (33).

A través del conducto de gasificante (9), rodeado por la cámara de separación (11) que se encuentra entre el revestimiento (4) y la artesa de gasificador (3), el gasificante se aporta como sigue:

En estado de servicio, las sustancias sólidas que contienen carbono o una mezcla de sustancias sólidas/gas se introducen en la artesa de gasificador (3) hasta el límite de llenado (33) y a través del conducto de gasificante (9) y de la caja de descarga (6) se solicitan de abajo a arriba con un gasificante precalentado sobre el fondo perforado acanalado (35) dispuesto en dirección del eje longitudinal.

Debido al flujo orientado de forma ascendente, el lecho fijo pasa a un estado fluidificado y las reacciones redox, con preferencia a 800°C aproximadamente, se ponen en marcha. La flotación asociada en la zona del límite de llenado (33) de los sustancias sólidas que contienen carbono da lugar a una mayor descarga de partículas finas de carbono en la zona de gasificación adaptiva Z2 (28).

Al añadir, por ejemplo, gases de destilación procedentes de un proceso previo, otros gasificantes, vapor recalentado, etc. a través del inyector (10) en la zona de gasificación Z2 (28), el carbono liberado experimenta una nueva transformación termoquímica (oxidación y reducción), con preferencia a 1300°C aproximadamente, causada por una transmisión de calor convectiva intensiva y una velocidad de flujo amortiguada de la mezcla de sustancia/gas por medio del cono truncado revestido (21) dispuesto sobre el lecho fijo fluidificado (34) por encima de la unión por bridas (12).

Mediante un guiado complejo de gas en la zona de la unión por bridas (12) a través del orificio de paso anular radial (22), en la zona del orificio de paso anular central controlado (32) en la parte superior del cono truncado revestido (21) y en el canal de flujo prácticamente paralelo (30), limitado por la pared interior de la camisa del gasificador (13) con aislamiento (14) y por la pared de guía (26), el proceso en el gasificador de 3 zonas se refuerza en tal medida que el proceso de flujo prácticamente laminar se transforma en un proceso de flujo turbulento y produciéndose por consiguiente, turbulencias que aumentan la potencia en el sentido del rendimiento del gas y del valor calorífico y una reducción/oxidación posterior de la mezcla de sustancia/gas formando un gas de síntesis altamente aprovechable.

La distribución de la velocidad por las zonas de gasificación adaptivas Z1, Z2 y Z3, especialmente en la transición turbulenta entre el paso anular (32), el anillo de flujo (31) con el cuerpo de la válvula de flujo (23) situado por encima, así como el canal de flujo (30) configurado entre el cono truncado revestido (21) y la pared de guía (26), tiene, en la cámara libre de gasificador (20) a 950°C aproximadamente, un efecto de prolongación sobre el tiempo de permanencia del carbono residual aún existente y flotante y su conversión prácticamente completa en gas de síntesis.

El gas de síntesis así generado, compuesto fundamentalmente de CO, H₂, CH₄ y SO₂, se extrae del gasificador a través de la descarga de gas de síntesis (16) en la parte superior de la camisa del generador (13) para su posterior tratamiento y/o utilización.

En este caso, el control del cuerpo de válvula de flujo (23) se realiza por medio de la guía central (24) con el elemento de retención y el correspondiente dispositivo elevador (25), llevándose a cabo un ajuste vertical del cuerpo de válvula de flujo (23), a fin de regular las dimensiones del orificio de paso anular (32).

5 Junto con la conversión termoquímica del carbono en el lecho fijo fluidificado (34) y el flujo multifásico que la regula en el mismo, los objetos con una mayor densidad se hunden y los objetos con una densidad menor flotan. La ceniza y la escoria inertes que se hunden (metal, piedras, arena, cerámica, etc.) y/o aglomeradas se descargan, por una parte, a través del fondo perforado acanalado (35), de la caja de descarga (6), de la esclusa (7), realizada preferiblemente como esclusa de rueda celular, y del dispositivo de descarga (8), evacuándose las impurezas de mayor tamaño a través de la descarga de impurezas (5).

10 Para la estabilidad del proceso y la seguridad en el funcionamiento continuo del gasificador, la descarga de impurezas (5) regula además el grado de llenado necesario en la artesa de gasificador (3) y, por lo tanto, el límite de llenado (33) de las sustancias sólidas que contienen carbono introducidas.

15 Como se representa en la figura 3, en lugar de un gasificador conocido hasta ahora el gasificador de 3 zonas antes descrito se puede utilizar en un dispositivo existente o nuevo para la conversión térmica de productos de desecho y/o materiales residuales o sustancias sólidas que contengan carbono o también como unidad autónoma y sirve para la conversión y el tratamiento de gas.

20 Las ventajas fundamentales del gasificador de 3 zonas según la invención consisten especialmente en iniciar un tiempo de permanencia más prolongado y, por consiguiente, una conversión del carbono cualitativa y cuantitativamente más alta, así como un aumento del rendimiento, en evitar las obstrucciones condicionadas por el procedimiento, los desplazamientos y el llenado excesivo del gasificador como consecuencia de impurezas inertes o que forman escoria, en organizar una intensificación de la transmisión de calor convectiva en las partículas de carbono por medio de la conversión de un flujo prácticamente laminar en un flujo turbulento mediante dispositivos de configuración de flujo y la fijación de zonas de gasificación adaptativas, en garantizar una estabilidad del proceso de gasificación a través de la aportación separada de, por ejemplo, gases de destilación, gasificantes, vapor recalentado, etc., en las zonas de gasificación por encima del lecho fijo fluidificado, y en conseguir una estabilidad de proceso y temperatura diferenciada y más alta mediante acciones técnicas de control por medio de guías reotécnicas dentro de las zonas de gasificación sin acumulación de gas ni de calor.

25 Mediante el uso de este gasificador, frente al estado de la técnica, las sustancias sólidas que contienen carbono se pueden transformar prácticamente por completo, de manera que se puedan obtener todos los gases brutos desempolvados prácticamente por completo.

30 Todas las características representadas en la descripción, los ejemplos de realización y las reivindicaciones siguientes también pueden resultar fundamentales para la invención tanto individualmente, como también en cualquier combinación entre sí.

35 Lista de referencias

- | | | | |
|----|----|---|-------------------------------|
| | 1 | - | Entrada de sustancias sólidas |
| | 2 | - | Unión flexible |
| | 3 | - | Artesa de gasificador |
| | 4 | - | Revestimiento |
| 40 | 5 | - | Descarga de impurezas |
| | 6 | - | Caja de descarga |
| | 7 | - | Esclusa |
| | 8 | - | Dispositivo de descarga |
| | 9 | - | Conducto de gasificante |
| 45 | 10 | - | Inyector |
| | 11 | - | Cámara de separación |
| | 12 | - | Unión por bridas |
| | 13 | - | Camisa de gasificador |
| | 14 | - | Aislamiento |
| 50 | 15 | - | Soporte |
| | 16 | - | Descarga de gas de síntesis |

ES 2 662 865 T3

	17	-	Cabeza de gasificador
	18	-	Acceso de servicio
	19	-	Conducto de evacuación
	20	-	Cámara libre de gasificador
5	21	-	Cono truncado revestido
	22	-	Orificio de paso anular radial
	23	-	Cuerpo de válvula de flujo
	24	-	Guía central
	25	-	Dispositivo elevador
10	26	-	Pared de guía
	27	-	Zona de gasificación adaptiva (Z1)
	28	-	Zona de gasificación adaptiva (Z2)
	29	-	Zona de gasificación adaptiva (Z3)
	30	-	Canal de flujo
15	31	-	Anillo de flujo
	32	-	Orificio de paso anular central
	33	-	Límite de llenado
	34	-	Lecho fijo fluidificado
	35	-	Fondo perforado
20	Z1	-	Primera zona de gasificación
	Z2	-	Segunda zona de gasificación
	Z3	-	Tercera zona de gasificación

REIVINDICACIONES

1. Gasificador de 3 zonas que comprende un revestimiento (4) que rodea una artesa de gasificador (3), una camisa de gasificador (13) dispuesta encima de la artesa de gasificador (3) y dotada de un aislamiento (14), una cabeza de gasificador (17) dispuesta por encima de la camisa de gasificador (13) y dotada de un aislamiento (14), y una cámara libre de gasificador (20) rodeada por la camisa de gasificador (13) y por la cabeza de gasificador (17),
 5 - uniéndose entre sí la artesa de gasificador (3), la camisa de gasificador (13) y la cabeza de gasificador (17) de forma impermeable al gas,
 - encontrándose al menos una descarga de gas de síntesis (16) en la parte superior de la camisa de gasificador (13),
 10 - presentando la artesa de gasificador (3) un fondo perforado (35) y estando rodeada por una cámara de separación (11) que desemboca en al menos una caja de descarga (6),
 - desembocando al menos una descarga de sustancias sólidas (1) en la artesa de gasificador (3),
 - presentando la caja de descarga (6) una esclusa (7) y desembocando por debajo del fondo perforado (35) en un dispositivo de descarga (8) para material residual,
 15 - conduciendo al menos un conducto de gasificante (9) a la caja de descarga (6),
 - conduciendo al menos un inyector (10) por encima del límite de llenado a la artesa de gasificador (3), y
 - disponiéndose en la zona de la unión entre la artesa de gasificador (3) y la cámara libre de gasificador (20) un cono truncado revestido (21) abierto por su cara superior e inferior que se va estrechando en su diámetro en dirección de la cabeza de gasificador (17) y colocado a modo de campana por encima de la artesa de gasificador (3), que genera
 20 junto con la pared de guía (26), que se encuentra en la cara interior de la camisa del gasificador (13), un orificio de paso anular radial (22) y un canal de flujo (30),
 caracterizado por que el orificio superior del cono truncado (21) orientado hacia la cabeza del gasificador (17) se realiza como una válvula de flujo de manera que un cuerpo de válvula de flujo (23) con una guía central (24) se disponga por encima de un asiento de válvula en forma de un anillo de flujo (31), generando en este caso un orificio
 25 de paso anular central (32), pudiendo el cono truncado (21) o el cuerpo de válvula de flujo (23) moverse verticalmente y enclavarse, de modo que el orificio de paso anular (32) se ajuste en su dimensión a través de la posición vertical del cono truncado (21) o del cuerpo de válvula de flujo (23) y dotándose el fondo perforado (35) de una descarga de impurezas (5).
2. Gasificador de 3 zonas según la reivindicación 1, caracterizado por que la guía central (24) se guía de forma impermeable al gas a través de la cabeza de gasificador (17) y se une a un dispositivo elevador (25) que se puede controlar dispuesto fuera de la cabeza de gasificador (17) de forma que se pueda enclavar y regular.
3. Gasificador de 3 zonas según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que el fondo perforado (35) se realiza acanalado y con una superficie perforada libre de aproximadamente un 8 a un 12% con respecto a la superficie que limita la caja de descarga (6).
4. Gasificador de 3 zonas según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que la cabeza de gasificador (17) presenta un acceso de servicio (18) y un conducto de evacuación (19) que atraviesan la camisa de gasificador (13) y el aislamiento (14).
5. Gasificador de 3 zonas según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que la entrada de sustancias sólidas (1) presenta una unión flexible (2), posee una hélice de transporte y desemboca horizontalmente en la artesa de gasificador (3).
6. Gasificador de 3 zonas según la reivindicación 5, caracterizado por que la entrada de sustancias sólidas (1) desemboca en la artesa de gasificador (3) prácticamente dos tercios por debajo del límite de llenado (33) de la sustancia sólida.
7. Gasificador de 3 zonas según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que la camisa de gasificador (13) sujeta la artesa de gasificador (3) con la cámara de separación (11) y la caja de descarga (6) a través de una unión por bridas (12) por medio del revestimiento (4) y se apoya mediante un soporte (15).
8. Gasificador de 3 zonas según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que el cono truncado (21) se realiza perforado, punzonado, ranurado y/o en forma de criba y el cuerpo de válvula de flujo (23) se realiza esférico, cónico, en forma de semicápsula, plano o cilíndrico y la pared de guía (26) se realiza angular, redonda, ovalada, plegada o perfilada.
9. Procedimiento para el funcionamiento de un gasificador de 3 zonas según una o varias de las reivindicaciones anteriores 1 a 8 en el que el gasificador de 3 zonas, en estado de servicio, fluye de abajo a arriba en una corriente continua ascendente, llevándose a cabo una conversión continua de sustancias sólidas que contienen carbono a través de una oxidación parcial específica y una reducción por medio de las zonas de gasificación adaptativas Z1 y Z2, así como por medio de la zona de gasificación Z3 con una reducción y oxidación posteriores bajo condiciones atmosféricas definidas, ajustándose la dimensión del orificio de paso anular central (32) y generándose así
 65 corrientes turbulentas.

10. Procedimiento para el funcionamiento de un gasificador de 3 zonas según la reivindicación 9, caracterizado por que
- 5 - la artesa de gasificador (3) se llena a través de la entrada de sustancias sólidas (1) con las sustancias sólidas que contienen carbono o con la mezcla de sustancias sólidas y gas y se carga de forma ascendente de abajo a arriba a través del fondo perforado acanalado dispuesto en la parte inferior de la artesa de gasificador (3), añadiendo de manera controlada gasificante precalentado, de manera que en la zona de gasificación adaptiva Z1 en el estado de funcionamiento requerido por la temperatura a 800°C aproximadamente se produzca una flotación fluidificada del lecho fijo con la consiguiente conversión termoquímica reactiva de las sustancias sólidas que contienen carbono en un gas de síntesis de alto valor calorífico,
 - 10 - en la siguiente zona de gasificación adaptiva Z2, por encima del límite de llenado, la sustancia sólida liberada durante la flotación y aún no transformada experimenta otra conversión termoquímica a 1300°C aproximadamente,
 - 15 - este proceso se refuerza mediante una introducción separada de gases de destilación, gasificantes, vapor recalentado, etc. a través del inyector (10) en la zona de gasificación Z2 y el guiado de gas a través del orificio de paso anular radial controlado (22),
 - la distribución de la velocidad resultante por las zonas de gasificación adaptiva Z1 y Z2, así como en la transición turbulenta del orificio de paso anular central (32) a la cámara libre de gasificador (20) de la zona de gasificación adaptiva Z3 a 950°C aproximadamente, tiene un efecto de prolongación en el tiempo de permanencia del carbono residual aún existente y flotante y en su conversión prácticamente completa en gas de síntesis,
 - 20 de manera que las uniones orgánicas se transformen en un gas de síntesis de alto valor calorífico y que las sustancias sólidas inertes con una densidad mayor que la mezcla de carbono fluidificada se hundan y, en este caso, se evacúen a través del fondo perforado acanalado (35), de la caja de descarga (6), de la esclusa (7) y del dispositivo de descarga (8), separándose el material residual que no se puede separar sobre el fondo perforado acanalado (35) por medio de la descarga de impurezas (5) y regulándose en la artesa de gasificador (3) el grado de llenado necesario de las sustancias sólidas que contienen carbono introducidas y, por consiguiente, el límite de llenado (33), y extrayéndose en la parte superior del gasificador el gas de síntesis generado.
 - 25

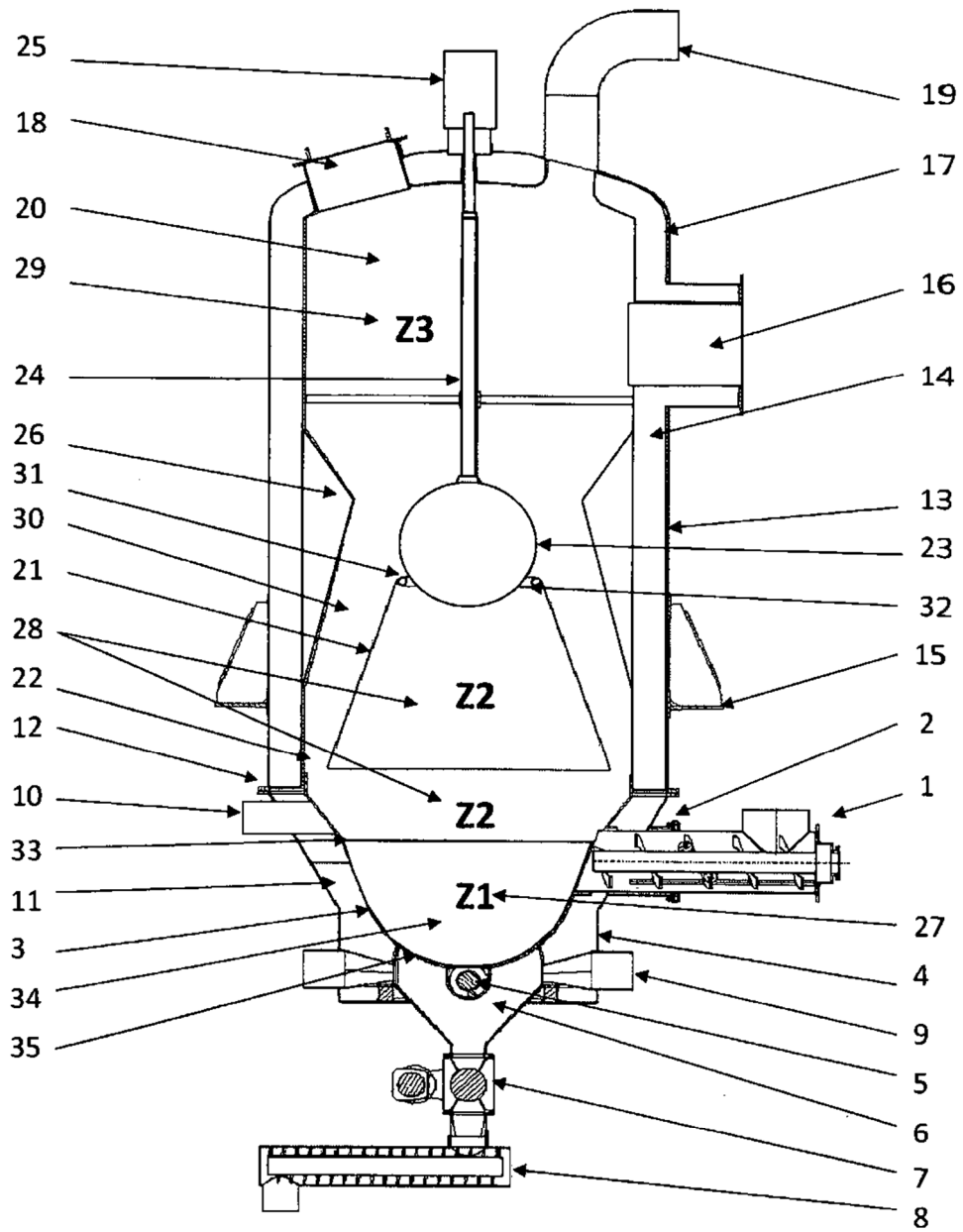


Fig. 1

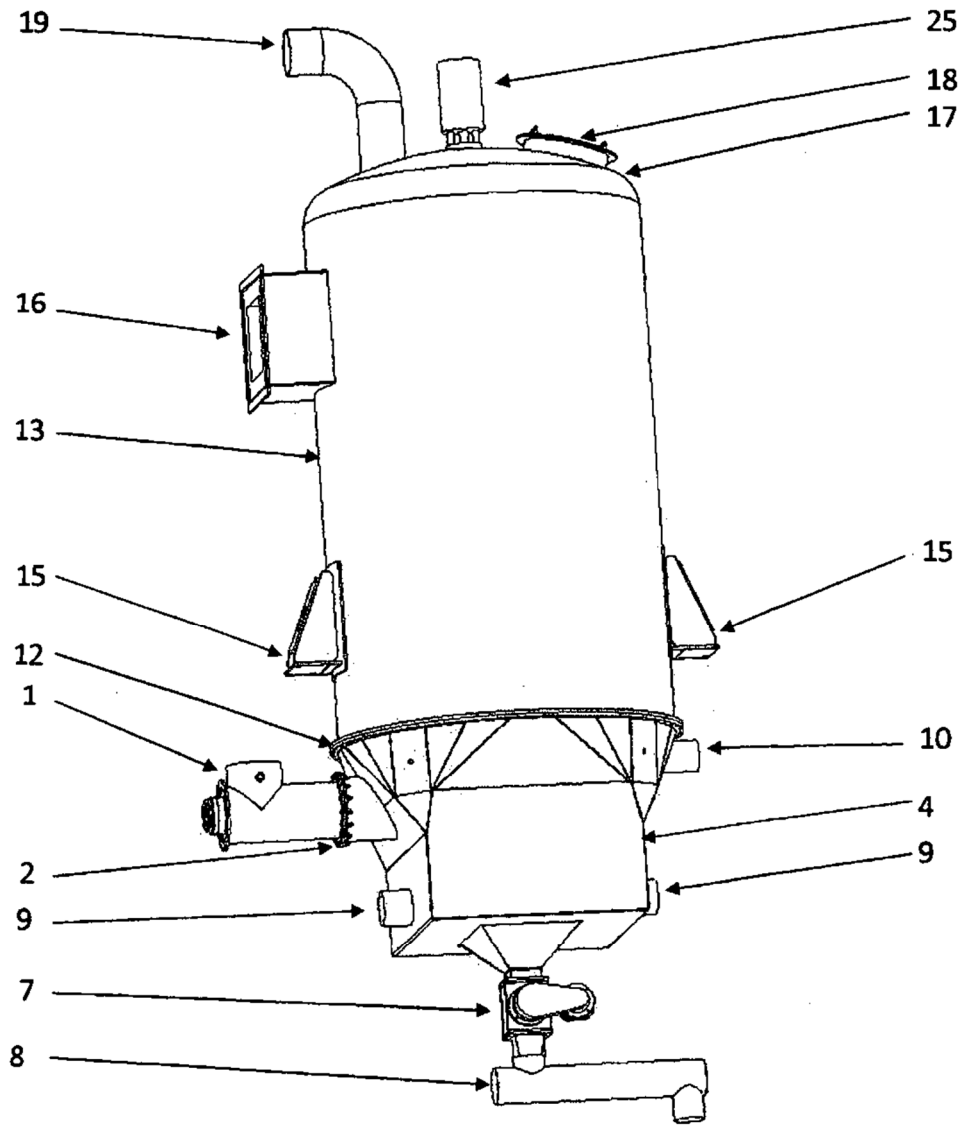


Fig.: 2

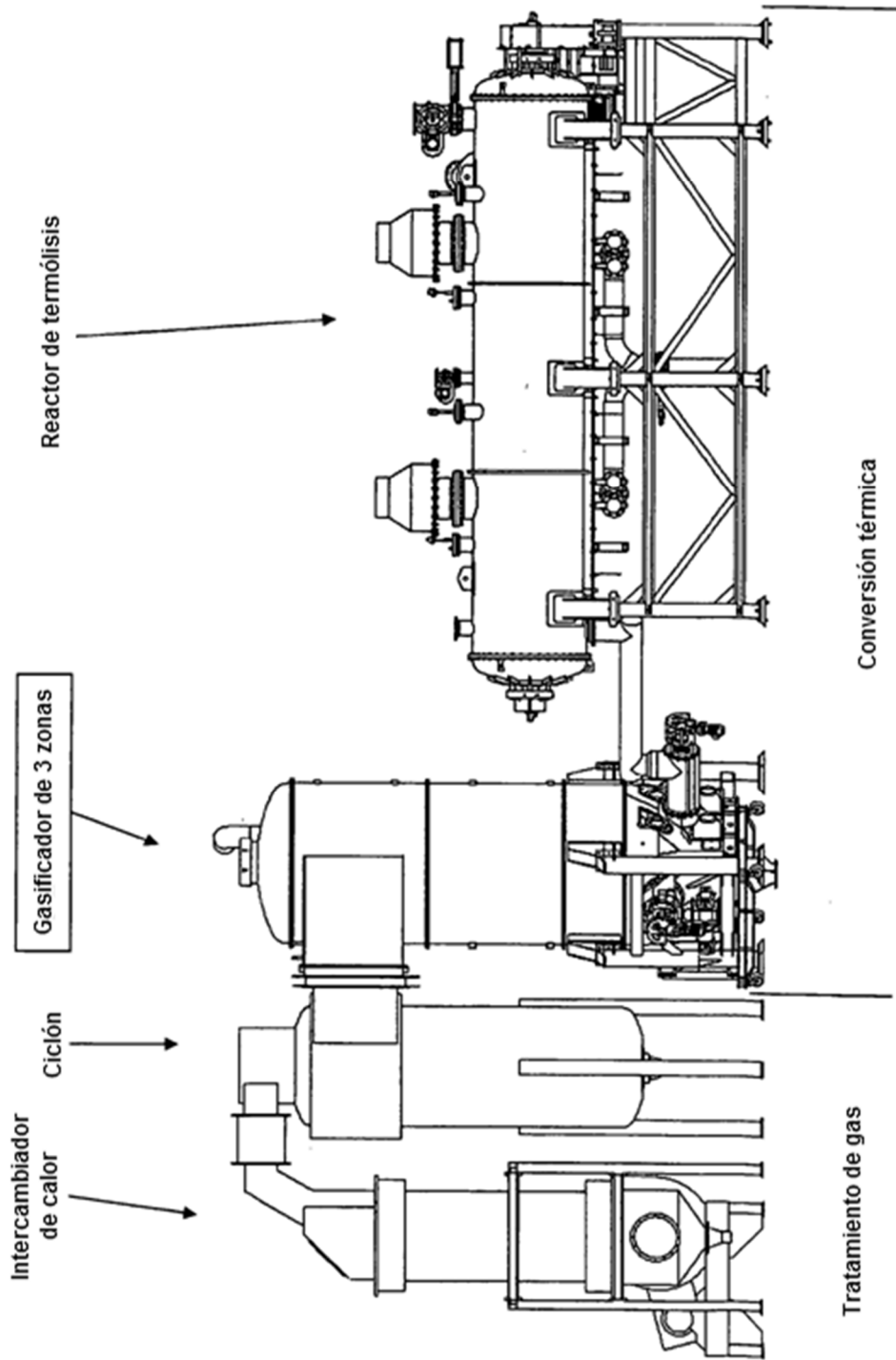


Fig. 3: