

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 350**

51 Int. Cl.:

C10G 47/00 (2006.01)

C01B 3/02 (2006.01)

C01B 3/32 (2006.01)

C01B 3/34 (2006.01)

F23K 5/10 (2006.01)

F23K 5/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.11.2012 PCT/RU2012/000943**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.06.2013 WO13095190**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2012 E 12859557 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2019 EP 2690158**

54 Título: **Procedimiento multietapa para la producción de gas propulsor con contenido en hidrógeno e instalación generadora de gas calefactor**

30 Prioridad:

20.12.2011 RU 2011152015

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

19.03.2020

73 Titular/es:

"NAUCHNO-PROEKTNOE PROIZVODSTVENNO-STROITELNOE OBEDINENIE GRANTSTROI"

(100.0%)

ul. Gercena 102

Stavropol 355005 , RU

72 Inventor/es:

ARAKELIAN, GAMLET GURGENOVICH;

ARAKELIAN, ARTUR GAMLETOVICH y

ARAKELIAN, GRANAT GAMLETOVICH

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 749 350 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 multietapa para la producción de gas propulsor con contenido en hidrógeno e instalación generadora de gas calefactor

5 La invención se refiere a un procedimiento multietapa para la producción de gas propulsor con contenido en hidrógeno según la reivindicación 1 y una instalación para la generación de gas calefactor según la reivindicación 6.

10 La invención se puede emplear en tecnologías de ahorro de energía y, principalmente, para procedimientos e instalaciones para la transformación de agua H_2O en gas con contenido en hidrógeno, en combinación con un medio catalizador de la serie C_nH_{2n+2} (combustible diésel, fueloil) en un medio de fuego de calor continuo a una temperatura de combustión superior a 500 °C. La mayoría de las veces, procedimientos de este tipo se refieren a sistemas, en los que la producción de gas propulsor y su combustión se reúnen en un único ciclo. El procedimiento puede utilizarse también con el fin de almacenar combustible con contenido en hidrógeno.

15 A través de la patente SU 1144977, 1985, se conoce un procedimiento para la generación de gas con contenido en hidrógeno, en el que componentes son quemados durante la generación de generación de gas con contenido en hidrógeno en un funcionamiento a alta temperatura. El defecto de este procedimiento es una elevada capacidad de absorción de energía.

A través de la patente SU 939380, 1982, se conoce un procedimiento para la producción de gas a partir de materias primas fósiles. Según este procedimiento, el vapor de agua sobrecalentado hasta 430 grados se mezcla con hidrocarburos. Seguidamente, la mezcla de vapor y gas se calienta. El defecto de este procedimiento es el empleo de un portador de energía adicional con el fin de obtener el vapor sobrecalentado y de calentarlo a continuación.

20 A partir del estado de la técnica se conoce la aplicación de vapor de agua en sus diferentes estados de fases. Cada uno de estos estados se caracteriza por diferentes estados de equilibrio (Diccionario Soviético, M.: 1985,- pág. 962, resumen "Vapor").

25 El estado más próximo de la técnica es un procedimiento para la producción de gas con contenido en hidrógeno en un conjunto turbogenerador (documento RU 2269486, 2006). El procedimiento conocido y el dispositivo para ello tienen la misma finalidad que la solución técnica indicada. En este caso, el procedimiento se caracteriza por un transcurso escalonado de los pasos de trabajo realizados, los cuales están reunidos en un único circuito cerrado. El dispositivo tiene para ello correspondientes etapas.

30 La solución técnica conocida se refiere a un procedimiento multietapa cerrado para la producción de gas propulsor con contenido en hidrógeno. Comprende el comienzo del proceso con un calentamiento forzado y un autocalentamiento en el funcionamiento de autocalentamiento normal, incluida la mezcladura de un componente hidrocarbonado y agua, su introducción mediante compresión, calentamiento, retorno del combustible y encendido.

35 La mezcladura primaria de agua y componente hidrocarbonado en la fase líquida a temperatura normal (20 grados) de los componentes de acuerdo con la solución técnica conocida no garantiza estabilidad alguna de la composición de la mezcla dispersa. La mezcla es posteriormente calentada con el fin de producir combustible. Tan pronto como cesa la mezcladura (es decir, desde el momento en el que la mezcla es aportada para el calentamiento), comienza un proceso inverso: la mezcla se descompone en capas como consecuencia de diferentes densidades del agua y de componentes hidrocarbonados. Con ello, la mezcla es heterogénea conforme a la dispersión. En el subsiguiente calentamiento de la mezcla se observa asimismo su heterogeneidad en función de la temperatura. Estas heterogeneidades se mantienen en el producto final, a saber en la mezcla de combustibles. La mezcla de combustibles es conducida para el encendido de la llama. Se determina una combustión inestable de la llama, la cual está condicionada, por una parte, por la formación de focos locales de la mezcla no encendida (de acuerdo con la composición). Con ello, se interrumpe el encendido y se apaga la llama (esto es característico de componentes de hidrocarburos pesados). Por otra parte, en la composición se forman focos locales intensos (de acuerdo con la composición). Esto provoca llamas de encendido indeseadas, lo cual es característico de componentes hidrocarbonados ligeros.

45 El dispositivo conocido comprende correspondientes piezas componentes, para la realización del procedimiento, que son también propias de la solución técnica solicitada. La instalación de generación de gas calefactor está configurada en forma de un único dispositivo con una carcasa construida de varias partes y comprende un sistema para la combustión, una cámara de la llama, un mecanismo agitador para la mezcladura de componentes, un dispositivo de encendido por impulsos, tuberías y un sistema de arranque con un quemador de arranque y abastecimiento de combustible.

50 El dispositivo tiene los mismos defectos que los del procedimiento expuesto, entre ellos paradas durante la producción de combustible que son condicionadas por una no homogeneidad de la mezcla.

55 Es misión de la invención eliminar los defectos que son propios del estado conocido de la técnica, así como de garantizar la estabilidad del proceso en la producción de gas propulsor con contenido en hidrógeno, la reducción de la capacidad de absorción de energía y del consumo de componentes hidrocarbonados.

El problema planteado se resuelve mediante las características de la reivindicación 1.

5 El problema se resuelve mediante un proceso multietapa de la producción de combustible. Cada una de las etapas es en este caso un estado de fase correspondiente y lo más adecuado en relación con la seguridad, estabilidad y homogeneidad de los componentes y de la mezcla. Para ello, se modifican las direcciones de los flujos de producción, a saber: la introducción de componentes hidrocarbonados y la del agua se realizan por separado. El componente hidrocarbonado se mezcla con el agua en su estado de fase modificado.

10 Con ello, se garantiza un estado de fase homogéneo de la mezcla durante la producción del combustible, con el fin de alcanzar la estabilidad y la constancia de la llama del proceso en combustión y de la llama de trabajo en combustión, así como crear un nivel de seguridad incrementado en la producción del combustible con contenido en hidrógeno, lo cual se alcanza, entre otros, gracias a la disminución del consumo de componentes hidrocarbonados.

Perfeccionamientos ventajosos del procedimiento y un dispositivo para la realización del procedimiento se pueden deducir de las reivindicaciones subordinadas.

15 A diferencia del procedimiento conocido, el proceso de producción de combustible tiene lugar según el procedimiento de acuerdo con la invención en varias etapas, en el que componentes hidrocarbonados y agua son introducidos por separado en el cilindro del proceso calentado por la llama. El cilindro del proceso está dividido en etapas separadas en función del número de las etapas del proceso de la producción del combustible. En la primera etapa se introduce agua y se calienta hasta la formación de vapor de agua. En las siguientes etapas se introduce el componente hidrocarbonado y se mezcla con vapor de agua. Después, la mezcla de vapor-hidrocarburos se calienta adicionalmente y se calienta hasta la temperatura de la formación del gas propulsor con contenido en hidrógeno. El flujo de gas es devuelto a la zona de encendido con el fin de garantizar la combustión de la llama.

20 En un funcionamiento de autocalentamiento normal, los procesos de la formación de gas propulsor con contenido en hidrógeno se realizan bajo calentamiento en tres etapas. Estas etapas corresponden a los procesos de formación de vapor, calentamiento y producción del gas propulsor con contenido en hidrógeno. En la primera etapa, el agua es introducida mediante la incorporación de presión con una presión de 0,3 – 0,5 MPa y es calentada hasta la formación del vapor de agua a una temperatura de 500 – 550 °C. El siguiente proceso es la mezclado y el calentamiento ulterior en la segunda etapa. En esta etapa, se comprime el componente hidrocarbonado en el mezclador bajo una presión de 0,3 – 0,5 MPa. El componente hidrocarbonado se mezcla con agua, al inyectar vapor de agua bajo una presión de 0,06 – 0,25 MPa. La relación de agua – componente hidrocarbonado es encuentra en este caso en el intervalo de 10,5:1 a 8:1. La mezcla se calienta hasta una temperatura de 1000 – 1100 °C. La tercera etapa corresponde al proceso de la producción del gas propulsor con contenido en hidrógeno. En esta etapa, la mezcla se calienta hasta una temperatura de 1300 – 2000 °C.

35 En el funcionamiento de autocalentamiento normal, el encendido de la llama y/o de un dispositivo de encendido por impulsos tiene lugar con un generador de la formación de la chispa externo. El generador de la formación de la chispa trabaja con una frecuencia 1 – 2 Hz. El flujo de combustible retornado puede continuar siendo conducido, con el fin del encendido y la formación de la llama, en parte para el almacenamiento y/o para el consumo externo. El proceso de formación y mantenimiento de la llama puede introducirse durante la combustión bajo turbocarga con el fin del aumento de la calidad y del efecto de aprovechamiento.

40 Durante el inicio del proceso en el funcionamiento de calentamiento forzado, es conveniente realizar el prensado previo de agua en una cantidad de 40 – 50 % del volumen de trabajo normal máximo admisible bajo una presión de 0,3 – 0,5 MPa. La modificación del estado de fases del agua tiene lugar mediante calentamiento hasta la formación de vapor de agua bajo una temperatura de 450 – 500 °C. El calentamiento ha de tener lugar mediante una fuente de calor independiente, p. ej., mediante un calefactor por inducción. El encendido de la mezcla de vapor – hidrocarburos o de otro componente del combustible ha de tener lugar de una fuente independiente con ayuda del dispositivo de encendido de chispa por impulsos con una fuente de formación de chispas independiente, que es hecha funcionar con una frecuencia de 40 – 50 Hz.

50 La instalación de generación de gas calefactor está configurada, a diferencia del dispositivo conocido, en forma de un único dispositivo con un cuerpo construido en múltiples piezas. El cuerpo se compone de dos tubos cilíndricos intercalados con holgura uno dentro de otro, que forman conjuntamente un cilindro del proceso. El cilindro del proceso está dividido en varias etapas en función del número de las etapas del proceso de producción de la mezcla de combustible. La cámara de la llama forma un recipiente del tubo interior. El dispositivo de mezclado está configurado en forma de un inyector. En este caso, se introducen de manera separada entre sí el agua en forma de vapor y el componente hidrocarbonado. La salida de la última etapa del cilindro del proceso está unida a través de una tubería con la entrada de la cámara de la llama, en donde está montado un sistema de quemador con dispositivo de encendido. El dispositivo de encendido tiene una fuente de encendido de chispas por impulsos, un quemador de trabajo y un quemador de arranque. En la salida de la cámara de la llama está dispuesto un elemento para la formación de la llama de trabajo. El elemento está configurado en forma de un dispositivo de estrechamiento. Este dispositivo de estrechamiento está provisto de tanques de combustible. Los tanques de combustible están configurados en forma de recipientes de consumo para agua y componente hidrocarbonado, separados, impermeables al agua.

- El dispositivo está configurado en forma de un cilindro del proceso en tres etapas. La primera etapa procura la formación del vapor. Está dotada de una fuente de calor por inducción independiente. La 2ª etapa realiza pasos del procedimiento de la mezclado de los componentes y del calentamiento de la mezcla de vapor y gas. La 3ª etapa asegura el calentamiento para la producción de la mezcla de combustibles. En este caso, el tanque de consumo para el agua está unido en el dispositivo a través de una tubería con la entrada de la 1ª etapa del cilindro del proceso. Su salida está unida mediante una tubería con la primera entrada del inyector. La segunda entrada del inyector está unida mediante tubería con el tanque de consumo para el componente hidrocarbonado. La salida del inyector está unida mediante tubería con la 2ª etapa del cilindro del proceso. Ésta está unida mediante tubería con la 3ª etapa del cilindro del proceso.
- 5
- 10 La relación del radio de los tubos que forman conjuntamente el cilindro del proceso para la producción de la mezcla de hidrocarburos puede ascender a
- $$0,3 > (R1/r2) > 0,1,$$
- en donde R1 – el diámetro externo del tubo interior y
- r2 – el diámetro interno del tubo exterior.
- 15 En la entrada del sistema de quemadores de turbina puede incorporarse un dispositivo de turbocarga. Es conveniente mantener una sobrepresión constante de 0,3 – 0,5 MPa en el tanque de consumo.
- La invención se explica con mayor detalle con ayuda de los dibujos. Muestran.
- La Fig. 1, un diagrama de bloques de un transcurso del procedimiento:
- a) diagrama de bloques resumido del transcurso del procedimiento,
- 20 b) detalle del diagrama de bloques con elementos principales,
- la Fig. 2, una imagen en perspectiva de la instalación de generación de gas de calor en tres etapas,
- la Fig. 3, el corte I – I en la Fig. 2,
- la Fig. 4, el corte II – II en la Fig. 2,
- la Fig. 5, un esquema de un inyector-mezclador y
- 25 la Fig. 6, el transcurso de la temperatura en el cilindro del proceso.
- En las Figuras 1 a 5 se utilizan los siguientes símbolos de referencia para los dispositivos y partes caracterizadas:
- 1 - tanque de consumo para agua;
- 2 - tanque de consumo para componente hidrocarbonado C_nH_{2n+2} ;
- 3 - quemador de trabajo;
- 30 4 - quemador de arranque;
- 5 - generador independiente externo con un dispositivo de encendido de la chispa por impulsos;
- 6 - dispositivo de turbocarga;
- 7 - calefactor por inducción (calefactor por contacto) para el arranque del turbogenerador de corriente;
- 8 - inyector-mezclador;
- 35 9 - cámara de la llama;
- 10 - la primera etapa del cilindro del proceso;
- 11 - la segunda etapa del cilindro del proceso;
- 12 - la tercera etapa del cilindro del proceso;
- 13 - zona de ignición, encendido y formación de la llama;
- 40 14 - zona de la combustión de la llama del proceso;
- 15 - dispositivo para la formación de la llama de trabajo;

ES 2 749 350 T3

- 16 - zona de la llama de trabajo;
- 17 - tubería del proceso para la compresión de agua a presión procedente del tanque de consumo (1) a la primera etapa (10) del cilindro del proceso;
- 5 18 - tubería del proceso para la alimentación del componente hidrocarbonado C_nH_{2n+2} mediante compresión procedente del tanque de consumo (2) al inyector-mezclador (8);
- 19 - tubería del proceso para la alimentación de vapor de la primera etapa (10) del cilindro del proceso al inyector-mezclador (8);
- 20 - tubería del proceso para el transporte de la mezcla de vapor-hidrocarburo procedente del mezclador (8) a la segunda etapa (11) del cilindro del proceso;
- 10 21 - tubería del proceso para el transporte de la mezcla de vapor-hidrocarburos procedente de la segunda etapa (11) del cilindro del proceso a la tercera etapa (12) del cilindro del proceso;
- 22 - tubería del proceso para el transporte de la mezcla de vapor-hidrocarburo procedente de la segunda etapa (11) del cilindro del proceso al quemador de arranque (4) (retorno de combustible en el funcionamiento de calentamiento forzado);
- 15 23 - tubería del proceso para la alimentación de combustible de la tercera etapa (12) de la tubería del proceso al quemador de trabajo (3) (retorno de combustible en el funcionamiento de autocalentamiento normal);
- 24 - tubería para retirada de combustible para consumidores externos;
- 25 - válvula del regulador;
- 20 26 - punto de llenado de agua en el tanque de consumo (1);
- 27 - punto de llenado de hidrocarburos en el tanque de consumo (2);
- 28 - aparatos para la vigilancia de la altura de transporte y de presión en las tuberías del proceso;
- 29 - formación de vapor;
- 30 - formación de la llama;
- 25 31 - mezcladura y calentamiento de la mezcla de vapor-hidrocarburos;
- 32 - calentamiento de la mezcla de vapor-hidrocarburos para la producción de combustible;
- 33 - cilindro interno del generador de gas de calor;
- 34 - cilindro externo del generador de gas de calor;
- 30 a – tubería de alimentación para el arranque de la mezcla de vapor-hidrocarburos procedente de la segunda etapa (11) del cilindro del proceso;
- b – tubería de alimentación para el arranque de la mezcla de combustión de la fuente externa;
- c – tubería de alimentación para el arranque del componente hidrocarbonado;
- 35 - calentamiento del cilindro del proceso.

35 El procedimiento y el dispositivo convierten la función $H_2O + C_nH_{2n+2} = H_2 + CO_2$ en la práctica en un funcionamiento a alta temperatura multietapa. La capacidad de calor del carbono se aprovecha óptimamente bajo gas de agua azul. La formación de vapor de carbono-gas de agua azul requiere 8 % de sus propias fuentes. En este caso, el gas de agua azul se compone principalmente de CO (40 – 60 %) y H_2 (30 – 50 %).

40 El proceso de formación del gas de agua azul representa un proceso complicado de al menos dos etapas: a 500 °C se produce una descomposición completa en hidrógeno y ácido carbónico ($C + 2H_2O = 2H_2 + CO_2$). A 1000 – 1200 °C tiene lugar la descomposición en hidrógeno y monóxido de carbono ($CO_2 + C = 2CO$). Si el agua se toma en estado de vapor, entonces la descomposición de vapor de agua ($C + H_2O = CO + H_2$) va acompañada de pérdidas de calor. Por lo tanto, esto conduce a un enfriamiento. En relación con ello, con el fin de compensar las pérdidas de calor, la temperatura de la primera etapa del calentamiento tiene que ser mayor. La temperatura en la etapa final debe ser al menos 1300 °C. La presencia de turbocarga (mediante aire, oxígeno o mediante otro agente oxidante adicional)

45 posibilita producir el denominado gas de generador con la temperatura de combustión de la mezcla de 1935 °C, no estando presentes en la salida prácticamente componentes nocivos para el medio ambiente.

Un procedimiento se representa en el diagrama de bloques del transcurso del procedimiento (Fig. 1). El procedimiento comprende (Fig. 1a) la formación de la llama y el aseguramiento de quemadores del proceso (30), con el fin de calentar componentes y la mezcla (35). Con el fin de garantizar todo el proceso y el cumplimiento del problema técnico planteado, está prevista la separación de flujos de acabado con aportación separada (17-18) de componentes agua (1) y componente hidrocarbonado (2). El agua es mezclada con el componente hidrocarbonado, con el fin del calentamiento y la formación de vapor (29) para la subsiguiente aportación de vapor (19). Después tiene lugar el calentamiento de la mezcla de vapor-hidrocarburos (31) que ya puede ser quemada en esta etapa del procedimiento. Esta mezcla se aplica durante el arranque del sistema (22). Después, la mezcla es transportada a las otras etapas (32) para el calentamiento posterior (20-21). El combustible producido se continúa conduciendo a la entrada del sistema con el fin del encendido (23). También se utiliza para la formación de la llama de trabajo en la salida de la instalación. Los componentes y la mezcla (35) se calientan en funcionamiento normal con ayuda del cilindro del proceso. El cilindro del proceso tiene en este caso varias etapas, a saber en cada caso en función del número de las etapas del proceso que son necesarias para la realización del procedimiento.

Los componentes – agua e hidrocarburos – se cargan en recipientes (1,2) impermeables al agua bajo una presión constante de 0,3 – 0,5 MPa, con el fin de garantizar su aportación sin perturbaciones en el sistema mediante la compresión a través de válvulas reguladoras (25) (Fig. 1a, Fig. 2). La carga puede tener lugar tanto periódicamente en función del consumo de los componentes, como de manera interrumpida.

Como base se considera un proceso en tres etapas. En el caso de este proceso, el agua se calienta en la primera etapa (10) en un funcionamiento de autocalentamiento normal hasta que se forme un vapor sobrecalentado con una temperatura de 500 – 550 °C. En el funcionamiento de arranque se realiza un calentamiento forzado hasta una temperatura de 450 – 500 °C. El vapor sobrecalentado resultante se mezcla con componentes de hidrocarburos. La mezcladura se garantiza mediante la inyección de vapor (8) (Fig. 5). Después, la mezcla de vapor-hidrocarburos se calienta adicionalmente en la segunda etapa (11) del cilindro del proceso y se calienta en la tercera etapa (12) hasta la temperatura de la formación del combustible gaseoso. El combustible gaseoso es transportado en un funcionamiento de autocalentamiento normal al retorno (23) con el fin del encendido y la formación de la llama. En el caso de un funcionamiento de arranque con calentamiento forzado (7), la mezcla de vapor-hidrocarburos (22) es transportada a la segunda etapa (11) con el fin de encenderla a partir de la segunda etapa (11).

La instalación contiene correspondientes elementos para la realización del procedimiento. Está configurada como un dispositivo único. Tiene un cuerpo ensamblado de varias partes y comprende un sistema para quemadores (30), una cámara de la llama (9), un dispositivo inyector (8) para la mezcladura de los componentes, un dispositivo de encendido por impulsos (5), tuberías y un sistema de arranque con un quemador de arranque (4) con abastecimiento de combustible (a, b o c).

El cuerpo está configurado como un cuerpo unitario en forma de dos tubos cilíndricos (33, 34) intercalados uno dentro de otro con una holgura, de modo que se forma un cilindro del proceso. El cilindro del proceso es calentado con la llama y es dividido en etapas separadas impermeables al agua (10, 11, 12) – a saber en cada caso en función de las etapas del proceso en la producción de la mezcla de combustible -. La primera etapa (10) del dispositivo corresponde a la etapa de formación de vapor y tiene una fuente de calor por inducción (7) independiente con el fin de realizar el proceso de arranque. La segunda etapa corresponde a la mezcladura de los componentes y al calentamiento de la mezcla de vapor y gas. Comprende la etapa (11) del cilindro del proceso y el inyector-mezclador (8). La 3ª etapa (12) sirve para el calentamiento final de la mezcla y para la producción de combustible. El recipiente del tubo interno (9) con el diámetro interno r_1 forma una cámara de la llama para la configuración de la llama (13, 14), con el fin de formar el cilindro del proceso. El dispositivo de mezcladura (8) de la 2ª etapa se configura en forma de un inyector con introducción (19) separada de agua en forma de vapor e introducción (18) del componente de hidrocarburo. El dispositivo está provisto de tanques de combustible. Los tanques de combustible están configurados como recipientes de consumo separados impermeables al agua, para agua (1) y componentes de hidrocarburos (2). El recipiente de consumo (1) para el agua está unido mediante la tubería (17) con la entrada de la primera etapa (10) del cilindro del proceso de la cámara de formación de vapor. La salida de la cámara de formación de vapor está unida mediante tubería con la primera entrada del inyector. La segunda entrada del inyector está unida con el tanque de consumo (2) para el componente de hidrocarburo. La salida del inyector está unida mediante tubería con la cámara (11) para el calentamiento de la mezcla de vapor y gas. La cámara (11) para el calentamiento de la mezcla de vapor y gas está unida mediante tubería (21) con la cámara de calentamiento (12) para la formación de la mezcla de combustible. La salida de la cámara de calentamiento (12) está unida mediante tubería (23) con la entrada de la cámara de la llama (9), en la que está incorporado el sistema de combustión de turbina con dispositivo de encendido. El dispositivo de encendido tiene una fuente de encendido de chispas por impulsos (5), un quemador de trabajo (3), un quemador de arranque (4). Junto a la salida de la cámara de la llama está montado un elemento para la formación de la llama de trabajo (16), estando configurado este elemento en forma de un dispositivo de estrechamiento (15).

La relación del radio de los tubos que forman el cilindro del proceso para la producción de la mezcla de hidrocarburos puede ascender a

$$0,3 > (R1/r2) > 0,1,$$

en donde R1 – el diámetro externo del tubo interior y

r2 – el diámetro interno del tubo exterior.

En la entrada del sistema de quemadores de turbina está incorporado un dispositivo de turbocarga (6). En los tanques de consumo (1, 2) se mantiene una sobrepresión constante de 0,3 – 0,5 MPa.

- 5 La imagen de la curva de la Fig. 6 muestra la dependencia entre la temperatura en el cilindro del proceso en función de sus etapas.

- 10 Los datos característicos comparativos de la solución técnica conocida y del procedimiento propuesto se pueden deducir de la siguiente Tabla. Estos determinan que la realización del procedimiento resuelve los problemas técnicos planteados. Está presente una estabilidad incrementada de los procesos para la producción de gas propulsor con contenido en hidrógeno (considerable retroceso de la tasa de parada), reducción de la capacidad de absorción de energía y del consumo de componentes de hidrocarburos (aumento de la relación de agua/combustible diésel).

Tabla

Ejemplo de la realización concreta del procedimiento y datos característicos técnicos de las instalaciones de generación de gas de calor para la realización del procedimiento de G.G. Arakelian.			
Valor característico técnico	Unidad de medida	Instalación Granstroy Tipo VTPGU-1 Serie 2009 (prototipo realizado)	Instalación Granstroy Tipo VTPGU-700 Serie 2011 (solución anunciada realizada)
Consumo de agua H ₂ O	l/h	20 - 25	20 – 25
Consumo combustible diesel en funcionamiento normal	l/h	3,0 – 3,1	2,4 – 2,5
Relación agua/combustible diesel		(6,5:1) – (8,0:1) Media (7,25:1) (87,9:12,1)%	(8,0:1) – (10,4:1) Media (9,5:1) (90,5:9,5)%
Diámetro externo de la instalación	Mm	203	203
Rendimiento calorífico	Gcal	1,0	1,0
Tasa media de interrupción de la llama tras tiempo de funcionamiento de 1000 horas	Interrupciones/h	0,1	0,01

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento multietapa cerrado para la producción de gas propulsor con contenido en hidrógeno, con las siguientes etapas de procedimiento: comienzo del proceso con un funcionamiento por calentamiento forzado y realización del proceso en funcionamiento de autocalentamiento normal, con introducción de un componente de hidrocarburo y agua, mediante compresión, calentamiento, retorno del combustible a la zona de encendido con el fin de formar una llama, en el que el proceso de producción de combustible se realiza en varias etapas con introducción separada del componente de hidrocarburo y agua en un cilindro del proceso calentado mediante llama, en donde el cilindro del proceso está dividido en pasos separados (10, 11, 12) en función de las etapas del proceso de producción de combustible; en la primera etapa (10) se introduce agua y se calienta hasta la formación de vapor de agua, y en las siguientes etapas (11, 12) se introduce el componente de hidrocarburo y se mezcla con vapor de agua, después la mezcla de vapor-hidrocarburos se calienta adicionalmente y luego se calienta hasta la temperatura de la formación del gas propulsor con contenido en hidrógeno, cuyo flujo es retornado a la zona de encendido con el fin de garantizar la combustión de la llama, en donde el flujo de gas propulsor se divide en un funcionamiento de autocalentamiento normal, en donde una parte de la zona de encendido (13) es retornada para la formación de la llama y otra parte es conducida adicionalmente para el almacenamiento y/o para el consumo externo, y en el que los procesos de la formación de gas propulsor con contenido en hidrógeno se realizan en funcionamiento de autocalentamiento normal en tres etapas bajo calentamiento, en donde en la primera etapa (10) se introduce agua bajo una presión de 0,3 – 0,5 MPa y se calienta hasta la formación de vapor de agua con una temperatura de 500 – 550 °C, por que en la segunda etapa (11) se introduce en el mezclador (8) el componente de hidrocarburo mediante compresión bajo una presión de 0,3 – 0,5 MPa, por que este componente de hidrocarburo se mezcla (9) con vapor de agua mediante inyección bajo una presión de 0,06 – 0,25 MPa en la relación de agua-componente de hidrocarburo de 10,5:1 a 8:1, y por que la mezcla se calienta hasta una temperatura de 1000 – 1100 °C, y por que en la tercera etapa (12) la mezcla se calienta hasta una temperatura de 1300 – 2000 °C.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el encendido (13) en funcionamiento de autocalentamiento normal se realiza mediante un dispositivo de encendido por impulsos (5) con ayuda de un generador de la formación de la chispa, el cual se hace funcionar con una frecuencia de 1 – 2 Hz.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el proceso de formación y de mantenimiento de la llama se realiza con una turbocarga.
4. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que en el arranque en el funcionamiento de calentamiento forzado se comprime previamente agua en una cantidad de 40 – 50% del intervalo de trabajo normal máximo permitido bajo una presión de 0,3 – 0,5 MPa, y por que el agua se calienta en la primera etapa (10) hasta la formación de vapor de agua a una temperatura de 450 – 500 °C de una fuente de calor independiente, p. ej., mediante un calefactor por inducción (7).
5. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el encendido de la mezcla de vapor-hidrocarburos o de otro componente combustible al arranque del proceso en el funcionamiento de calentamiento forzado se lleva a cabo por una fuente independiente por medio de un dispositivo de encendido de chispa por impulsos con una fuente de formación de chispas independiente, en donde la fuente de formación de chispas es hecha funcionar con una frecuencia de 40 – 50 Hz.
6. Instalación generadora de gas calefactor cerrada para la producción de gas propulsor con contenido en hidrógeno, en forma de un único dispositivo con un cuerpo ensamblado de múltiples partes, incluido un sistema de quemadores (4), una cámara de la llama (9), un mecanismo agitador para la mezcladura de los componentes, un dispositivo de encendido por impulsos (13), tuberías (17 a 19) y un sistema de arranque con una fuente de calor por inducción (7) independiente y un quemador de arranque (4) con abastecimiento de combustible, caracterizada por que el cuerpo ensamblado está configurado de forma unitaria en forma de dos tubos cilíndricos insertados uno dentro de otro con una holgura, de modo que está formado un cilindro de proceso, el cual está dividido en etapas separadas (10, 11, 12) del cilindro de proceso en función del número de las etapas del proceso en la preparación de la mezcla de combustible, por que la cámara de la llama (9) está formada por un recipiente de un tubo interno, por que el dispositivo de mezcladura está configurado en forma de un inyector con una introducción separada de agua en forma de vapor e introducción de componente de hidrocarburo, en donde la salida de la última etapa (13) del cilindro del proceso está unida mediante una tubería con la entrada de la cámara de la llama (9) en la que está incorporado un sistema de quemadores, en donde el sistema de quemadores presenta un dispositivo de encendido (5) con una fuente de encendido de chispa por impulsos, un quemador de trabajo (3) y un quemador de arranque (5), por que en la salida de la cámara de la llama (9) está dispuesto un elemento en forma de un dispositivo de estrechamiento (15) para la formación de la llama de trabajo (16), por que la instalación generadora de gas calefactor cerrada está provista de tanques de combustible que están configurados en forma de recipientes de consumo (1, 2) separados, impermeables al agua, para agua y el componente de hidrocarburo, por que el cilindro del proceso está configurado en tres etapas, en donde la 1ª etapa procura la formación de vapor bajo el empleo de una fuente de calor por inducción independiente, la 2ª etapa realiza la mezcladura de los componentes y la 3ª etapa garantiza el calentamiento para la preparación de la mezcla de combustible, por que el tanque de consumo (1) para agua está unido mediante una tubería con la entrada de la 1ª etapa del cilindro del proceso, cuya salida está unida mediante una tubería con la primera entrada del inyector, la 2ª entrada del inyector está unida mediante una tubería

5 con el tanque de consumo para el componente de hidrocarburo, y la salida del inyector está unida a través de una tubería con la 2ª etapa del cilindro del proceso, la cual está unida con la tercera etapa del cilindro del proceso, en donde los dispositivos están adaptados de forma que se divide la corriente de gas propulsor en el estado de autocalentamiento normal, en donde una parte es devuelta a la zona de encendido (13) para la formación de la llama y otra parte se conduce adicionalmente para el almacenamiento y/o para el consumo externo.

7. Dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado por que la relación del radio de los tubos (33, 34) que forman conjuntamente el cilindro del proceso para la producción de la mezcla de hidrocarburos, puede ascender a

$$0,3 > (R1/r2) > 0,1,$$

en donde R1 – el diámetro externo del tubo interior y

10 r2 – el diámetro interno del tubo exterior.

8. Dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado por que en la entrada del sistema de quemadores está incorporado un dispositivo de turbocarga.

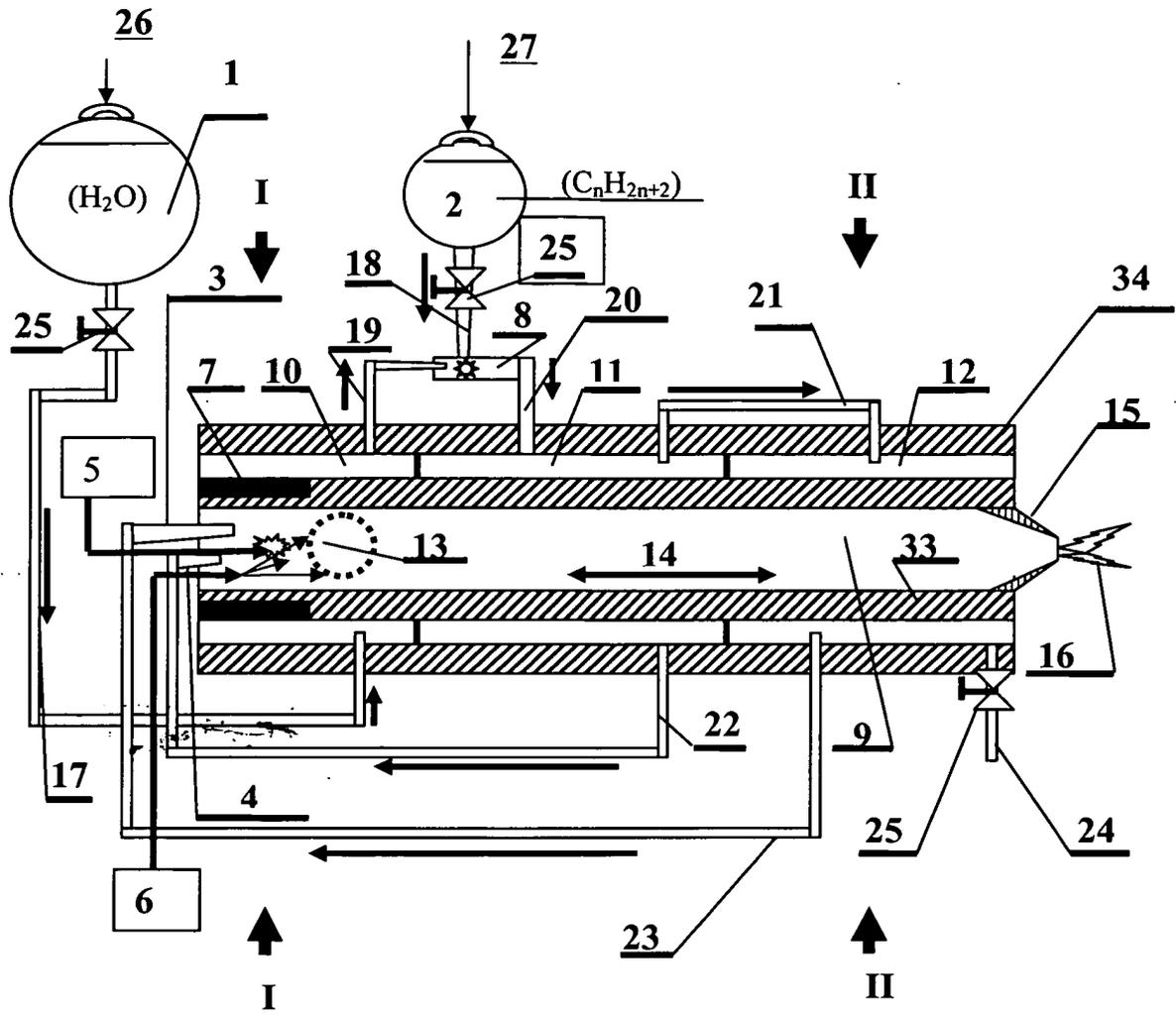


Fig. 2

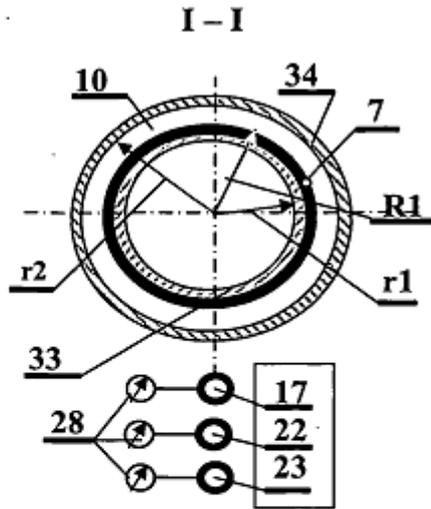


Fig. 3

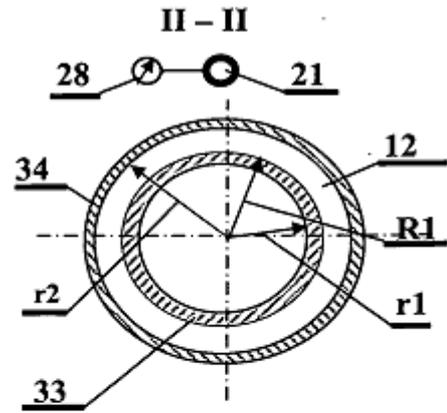


Fig. 4

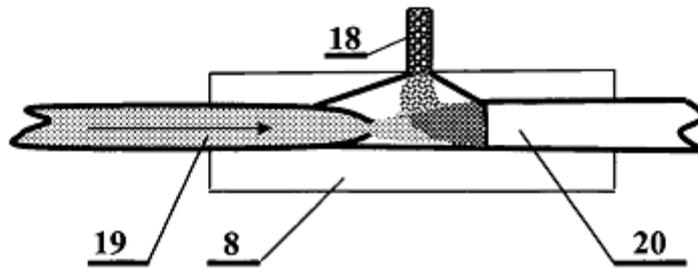


Fig. 5

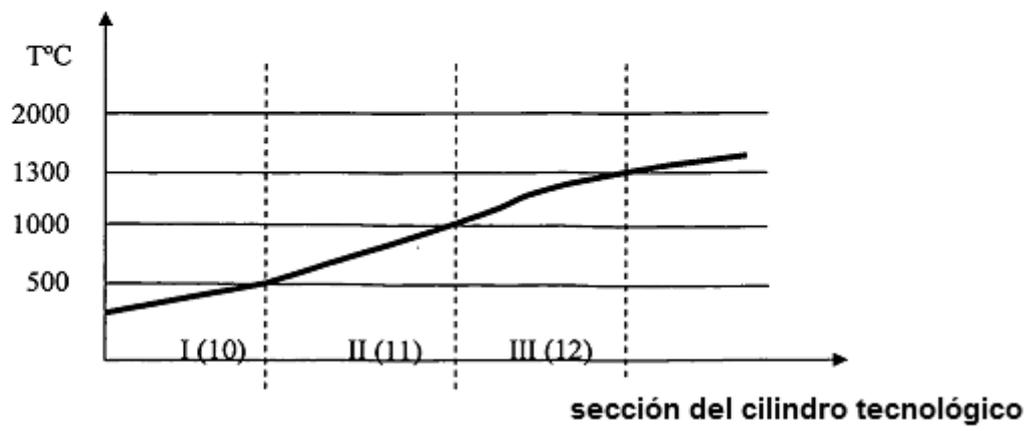


Fig. 6