



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 312**

51 Int. Cl.:
F01K 23/06 (2006.01)
F02G 5/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06021289 .1**
96 Fecha de presentación : **11.10.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1816318**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.08.2007**

54 Título: **Instalación de acoplamiento de energía térmica.**

30 Prioridad: **12.10.2005 DE 10 2005 048 795**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.06.2011

73 Titular/es: **ROBERT BOSCH GmbH**
Wernerstrasse 1
70469 Stuttgart, DE

72 Inventor/es: **Köhler, Harald y**
Lorenz, Mathias

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 360 312 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

Instalación de acoplamiento de energía térmica

La invención se refiere a una instalación de acoplamiento de energía térmica según el preámbulo de la reivindicación 1.

- 5 Las instalaciones para el acoplamiento de calor de potencial, las denominadas plantas en cogeneración, son conocidas de modo general. En este caso se trata de instalaciones de generación de corriente descentralizadas accionadas en la mayor parte de los casos con máquinas térmicas de combustión interna que al mismo tiempo aprovechan el calor de escape. El calor transportado en la combustión por medio de los medios de refrigeración se usa en este caso del modo más completo posible para el calentamiento de objetos indicados.
- 10 Adicionalmente, se conoce el uso de un ORC (Organic-Rankine-Cycle), es decir, de un proceso cíclico orgánico según Rankine. En este caso se trata de un proceso de evaporación en el que en lugar de agua se evaporan medios orgánicos. Una bomba de alimentación absorbe el medio del proceso y lo impulsa a través de un medio transmisor térmico único, en el que se realiza todo el calentamiento, en un vaporizador o recalentador. El vapor que se origina acciona una turbina de vapor, un motor de émbolo o un motor helicoidal, que a su vez está acoplado con un generador eléctrico. Después de la máquina de trabajo, el medio de proceso va a parar a un licuefactor, y allí se vuelve a refrigerar. Puesto que el agua se evapora bajo condiciones atmosféricas de 100 °C, habitualmente no se puede usar para la generación de corriente calor a un nivel de temperatura reducido, como por ejemplo calor de escape industrial o calor geotérmico. En el caso de que se usen, sin embargo, medios orgánicos con temperaturas de ebullición más reducidas, entonces se puede generar vapor de baja temperatura.
- 15 20 Son ventajosas en la aplicación las instalaciones de ORC, incluso en la utilización de biomasa en relación al acoplamiento de calor de potencia, en particular en el caso de potencias relativamente pequeñas, es decir, cuando la técnica de calefacción por biomasa convencional parece relativamente cara. Las instalaciones de biomasa poseen habitualmente un fermentador para la generación de biogás, que por regla general se ha de calentar.
- 25 Las instalaciones genéricas para el acoplamiento de calor de potencia están formadas por una planta en cogeneración combinada con un ORC conectado a continuación. Del documento DE 195 41 521 A1 resulta una instalación para el incremento del grado de eficiencia eléctrica al electrificar gases especiales por medio de motores de combustión, en el que el calor de escape del motor se utiliza en una instalación de conversión de energía conectada a continuación para una generación adicional de corriente. Además, en este caso sólo está previsto que se utilice el calor de la alta temperatura extraído del circuito de agua de refrigeración, así como del intercambiador de calor de gas de escape.
- 30 Además, del documento US 4 901 531 se conoce un grupo diésel integrado en un proceso de Rankine, en el que un cilindro sirve para la Expansión según Rankine, y los otros trabajan como motor diésel. Del documento US 4 334 409 resulta una disposición que trabaja según el proceso Rankine, en la que el líquido de trabajo se precalienta con un intercambiador de calor, a través del cual el aire es guiado desde la salida de un compresor de una máquina con combustión interior.
- 35 En particular en el caso de instalaciones de acoplamiento de calor de potencia con ORC conectado a continuación como central eléctrica de calor de escape se han consolidado las máquinas que se basan en motores con turbocompresores-sobrealimentadores de gases de escape para la carga. Con ello se responde al requerimiento relativo a máquinas con rendimientos eléctricos muy elevados, que sólo se puede conseguir con turbocompresión y refrigeración realimentada de la mezcla de gases de combustión calentados por medio de la compresión. En general se requiere una refrigeración de la mezcla de gases de combustión, ya que en otro caso el llenado de los cilindros sería relativamente malo. Con la refrigeración se aumenta la densidad de la mezcla absorbida, y se mejora el grado de llenado. Con ello aumentan las ganancias de potencia y el rendimiento mecánico del motor.
- 40 Los fabricantes de motores prescriben para la refrigeración de la mezcla una temperatura de entrada del agua de refrigeración sólo 40 a 50°C aproximadamente, para que la mezcla se refrigere suficientemente. Puesto que este nivel de temperatura es relativamente bajo, el calor extraído a la mezcla de gases de combustión se entrega al entorno en las instalaciones de acoplamiento de calor de potencia conocidas hasta el momento, por ejemplo con un refrigerador de mesa.
- 45 Del documento WO 99/40379 A se conoce un procedimiento de transformación de calor para la modificación de los calores de escape de temperatura baja desde circuitos de refrigeración de plantas en cogeneración con motores de combustión. Por medio de la aplicación del principio de la bomba de calor de alta temperatura se utiliza el calor y se vuelven a refrigerar circuitos de refrigeración de motores. En este caso se pueden emplear varios intercambiadores
- 50

de calor conectados en serie en el ORC, que transmiten calor en diferentes puntos al medio del proceso.

El documento US 5 000 003 A muestra una máquina de combustión interna refrigerada por líquido, que está unida con un circuito ORC. En este caso, el gas de escape fluye a contracorriente hacia el medio de proceso en el circuito ORC, y calienta éste. Adicionalmente, en el evaporador, en la región de la fase líquida, se transmite el calor desde el circuito de refrigeración de la máquina de combustión interna. Este circuito portador del calor está regulado de modo termostático.

Debido a ello, la invención se basa en el objetivo de optimizar una instalación de acoplamiento de energía térmica que esté formada, en particular, por una planta en cogeneración combinada con un ORC conectado a continuación con una máquina de combustión interna con turbocompresor y refrigeración de la mezcla para la mezcla de gases de combustión.

Según la invención, esto se consigue con las características de la reivindicación 1. Las variantes ventajosas se han de extraer de las reivindicaciones subordinadas.

La una instalación de acoplamiento de energía térmica está caracterizada porque el medio de proceso en el ORC se calienta a través de dos intercambiadores de calor conectados en serie a continuación de la bomba de alimentación, estando previsto el primer intercambiador de calor después de la bomba de alimentación como primera etapa para el acoplamiento de calor de baja temperatura, y la segunda etapa para el acoplamiento de calor de alta temperatura.

Debido a ello, la refrigeración de la mezcla de la máquina de combustión interna, por regla general un intercambiador de calor, está unido a través de un circuito con el primer intercambiador de calor después de la bomba de alimentación. El calor de la refrigeración de la mezcla de gas de combustión absorbida por la máquina de combustión interna, con ello, sirve para el precalentamiento del medio de proceso en el ORC, y se acopla como calor de baja temperatura en el primer intercambiador de calor después de la bomba de alimentación.

Un segundo circuito de calentamiento, que extrae calor a partir del agua de refrigeración del motor y gas de escape de la máquina de combustión interna está unido con el segundo intercambiador de calor después de la bomba de alimentación. Con ello, el calor del circuito de refrigeración y del gas de escape de la máquina de combustión interna se usa para el sobrecalentamiento, evaporación y parcialmente precalentamiento del medio del proceso en el ORC, y se acopla como calor de temperatura elevada en el segundo intercambiador de calor después de la bomba de alimentación.

Los dos intercambiadores de calor están diseñados de tal manera que aproximadamente la mitad de la energía térmica se transmite para el precalentamiento del medio de proceso a través del primer intercambiador de calor después de la bomba de alimentación. Preferentemente en el ORC conectado a continuación se emplea un motor helicoidal de evaporación para el accionamiento de un generador. El calor residual que queda después del segundo intercambiador de calor después de la bomba de alimentación en el segundo circuito de calentamiento se puede usar para finalidades de calentamiento externas, como por ejemplo para el calentamiento de un fermentador. Este tipo de calentamiento del fermentador tiene la ventaja de que el agua de calentamiento está a un nivel de temperatura mayor, y debido a ello el intercambiador de calor en el fermentador se puede realizar más pequeño y más barato.

La conexión, desconexión y/o regulación del ORC es posible según al menos un valor teórico ajustable para la temperatura en el circuito para la refrigeración de la mezcla de la máquina de combustión interna. En este caso se registra una temperatura actual en el circuito para la refrigeración de la mezcla de la máquina de combustión interna en el primer intercambiador de calor después de la bomba de alimentación, y se compara con el al menos un valor teórico ajustable. Alternativamente, o de modo complementario, también se puede realizar la conexión, desconexión y/o regulación del ORC según al menos un valor teórico ajustable para la presión del evaporador en el ORC. A continuación se registra un valor actual de presión en el evaporador en el ORC, y se compara con al menos un valor teórico ajustable para la presión del evaporador en el ORC.

Con la invención se optimizan la construcción y las condiciones de funcionamiento de una instalación de acoplamiento de energía térmica, que está formada, en particular, por una planta en cogeneración combinada con un ORC conectado a continuación con una máquina de combustión interna con turbocompresor y refrigeración de la mezcla para la mezcla de gas de combustión. Por un lado se garantiza un funcionamiento del motor seguro y efectivo, y una refrigeración suficiente de la mezcla de gas de combustión en la planta en cogeneración, y por otro lado se incrementa el rendimiento de una instalación genérica, ya que incluso el calor extraído de la mezcla de gas de combustión que se encuentra a un nivel de temperatura relativamente bajo de aproximadamente 40 a 50°C ya no se puede entregar ahora al entorno sin haberlo usado. Debido a ello, se puede acoplar bien en el ORC para el precalentamiento, ya que el medio de trabajo del ORC después de la salida del licuefactor está a una temperatura de 20 °C. En este caso es importante que el calentamiento se realice después de la compresión a la presión de

evaporación real. En otro caso se produciría una evaporación incontrolada. Esto dañaría la bomba de alimentación, y llevaría a un fallo en el proceso.

5 El dibujo representa un ejemplo de realización de la invención, y muestra en una única figura la construcción esquemática de una instalación de acoplamiento de energía térmica, formada por una planta en cogeneración combinada con un ORC conectado a continuación

Los componentes importantes para el funcionamiento del ORC son un circuito ORC 1, una bomba de alimentación 2, un evaporador 3, un motor helicoidal de evaporación 4 para el accionamiento de un generador 5, un licuefactor 6 con un circuito 7 para la refrigeración a través de un consumidor de calor 8 así como el intercambiador de calor 9, 10 para el precalentamiento del medio de proceso en el circuito ORC 1.

10 Los dos intercambiadores de calor 9, 10 están conectados en serie a continuación de la bomba de alimentación 2. En este caso, el primer intercambiador de calor 9 después de la bomba de alimentación 2 sirve como primera etapa para el acoplamiento de calor de baja temperatura, y el siguiente intercambiador de calor 10 sirve como segunda etapa para el acoplamiento del calor de alta temperatura. El refrigerador de la mezcla 11 de la máquina de combustión interna 12 está unido a través de un circuito 13 con el primer intercambiador de calor 9, de manera que
15 el calor extraído a la mezcla de gases de combustión sirve para el precalentamiento del medio de proceso en el ORC. La mezcla de gases de combustión se prepara en un mezclador de gas/aire 16 conectado a una entrada de gas 14 y un suministro de aire 15, y se calienta en la siguiente compactación en el turbocompresor 17, que está unido con la tubería de gas de escape 18 en el otro lado.

20 Un segundo circuito de calentamiento 19 extrae calor en primer lugar a través de un intercambiador de calor 20 del circuito de refrigeración 21, y a continuación a través de un intercambiador de calor de gas de escape 22 en la tubería de gas de escape 18. Este segundo circuito de calentamiento 19 está unido en su región delantera con el evaporador 3 del ORC, ya que el nivel de temperatura está en el intervalo de aproximadamente 80 a 100 °C. A continuación, el segundo circuito de calentamiento 19 desemboca en la parte trasera en el segundo intercambiador de calor 10, y entrega allí el calor residual al ORC.

25 Con el arranque de la planta en cogeneración también se ponen en funcionamiento las tres bombas de circuito 23, 23', 23". Para la conexión, desconexión y/o regulación del ORC según una temperatura actual en el circuito 13, en el primer intercambiador de calor 9 está previsto un dispositivo no representado de medición de la temperatura. Alternativamente, o de modo complementario, se puede colocar un dispositivo de medición de la presión en el evaporador 3.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Instalación de acoplamiento de energía térmica, formada por una planta en cogeneración combinada con un ORC (Organic-Rankine-Cycle) conectado a continuación con una máquina de combustión interna (12) con turbocompresor (17) y refrigeración de mezcla para la mezcla de gas de combustión antes de la entrada en el cilindro, un intercambiador de calor (20) en el circuito de refrigeración (21), así como un intercambiador de gas de escape (22), cuya tubería delantera está unida con el evaporador (3) del ORC, y calienta éste, en la que el medio de proceso en el ORC se calienta a través de dos intercambiadores de calor (9, 10) conectados en serie después de la bomba de alimentación (2), y en la que el primer intercambiador de calor (9) después de la bomba de alimentación (2) está previsto como primera etapa para el acoplamiento de calor de baja temperatura, y el siguiente intercambiador de calor (10) está previsto como segunda etapa para el acoplamiento de calor de alta temperatura, caracterizada porque el intercambiador de calor (9, 10) está dispuesto en la tubería delantera del generador de vapor (3), porque la refrigeración de la mezcla de la máquina de combustión interna (12) está unida a través de un circuito (13) con el primer intercambiador de calor (9) después de la bomba de alimentación (2), en el calor de la refrigeración de la mezcla de gases de combustión absorbida por la máquina de combustión interna (12) sirve para el precalentamiento del medio de proceso en el ORC y se acopla como calor de baja temperatura en el primer intercambiador de calor (9), y un segundo circuito de calentamiento (19) retira calor del agua de refrigeración del motor y gas de escape de la máquina de combustión interna (12), y está unido con el segundo intercambiador de calor (10) después de la bomba de alimentación (2), sirviendo el calor del circuito de refrigeración (21) y el gas de escape de la máquina de combustión interna (12) para el sobrecalentamiento y la evaporación del medio del proceso en el ORC, y acoplándose como calor de alta temperatura en el segundo intercambiador de calor (10) después de la bomba de alimentación (2).
- 10
- 15
- 20
2. Instalación de acoplamiento de energía térmica según la reivindicación 1, caracterizada porque en el ORC conectado a continuación un motor helicoidal de evaporación (4) sirve para el accionamiento de un generador (5).
- 25
3. Instalación de acoplamiento de energía térmica según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizada porque el calor residual que queda después del segundo intercambiador de calor (10) después de la bomba de alimentación (2) en el segundo circuito de calentamiento (19) se usa para finalidades de calentamiento externas.
4. Instalación de acoplamiento de energía térmica según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque la conexión, desconexión y/o regulación del ORC según al menos un valor teórico ajustable para la temperatura en el circuito (13) se realiza para la refrigeración de la mezcla de la máquina de combustión interna (12).
- 30
5. Instalación de acoplamiento de energía térmica según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque para la conexión, desconexión y/o regulación del ORC se registra una temperatura actual en el circuito (13) para la refrigeración de la mezcla de la máquina de combustión interna (12) en el primer intercambiador de calor (9) después de la bomba de alimentación (2), y se compara con al menos un valor teórico ajustable.
- 35
6. Instalación de acoplamiento de energía térmica según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la conexión, desconexión y/o regulación del ORC se realiza según al menos un valor teórico ajustable para la presión de evaporación en el ORC.
- 40
7. Instalación de acoplamiento de energía térmica según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque para la conexión, desconexión y/o regulación del ORC se registra un valor actual de presión en el evaporador (3) en el ORC, y se compara con al menos un valor teórico ajustable para la presión del evaporador en el ORC.

