

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 398**

51 Int. Cl.:

C25B 1/12 (2006.01)

C25B 15/00 (2006.01)

C07C 1/12 (2006.01)

C07C 29/151 (2006.01)

C07C 31/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2010 E 10009893 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2013 EP 2426236**

54 Título: **Procedimiento e instalación de generación de portador de energía para la compensación neutra en dióxido de carbono de picos de generación y valles de generación en la generación de energía eléctrica y/o para la generación de un portador de energía que contiene hidrocarburo**

30 Prioridad:

03.09.2010 EP 10009165

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

03.05.2013

73 Titular/es:

**CARBON-CLEAN TECHNOLOGIES AG (100.0%)
Im Zollhafen 24
50678 Köln, DE**

72 Inventor/es:

**KNOP, KLAUS y
ZOELLNER, LARS**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 402 398 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 e instalación de generación de portador de energía para la compensación neutra en dióxido de carbono de picos de generación y valles de generación en la generación de energía eléctrica y/o para la generación de un portador de energía que contiene hidrocarburo

5 La invención se refiere a un procedimiento y a una instalación de generación de portador de energía para la compensación neutra en dióxido de carbono de picos de generación y valles de generación en la generación de energía eléctrica, en particular a partir de fuentes de energía regenerativas, más en particular en la generación de energía eléctrica mediante conversión de energía eólica y/o energía solar y/o energía geotérmica y/o mediante aprovechamiento de biomasa y/o de energías mareomotrices y/o para la generación de un portador de energía que
10 contiene hidrocarburo.

Por el documento DE 10 2006 034 712 A1 se conoce un procedimiento para la reducción de la emisión de CO₂ de centrales eléctricas de combustible fósil, en el que se sintetizan hidrocarburos a partir de hidrógeno y dióxido de carbono contenido en el gas de combustión de la central eléctrica y en el que el hidrógeno se obtiene de forma
15 electrolítica eventualmente usando una parte de la energía eléctrica generada mediante la central eléctrica. El procedimiento conocido sirve para fabricar combustibles reduciendo la emisión de CO₂.

Por el documento DE 43 32 789 A1 se conoce un procedimiento para el almacenamiento de energía derivada del hidrógeno, en el que una mezcla de hidrógeno y dióxido de carbono se transforma en un reactor en metano y/o metanol. A este respecto se usa el dióxido de carbono del gas de escape de instalaciones de generación de energía de calentamiento fósil. El metano o metanol pueden usarse en caso necesario como portador de energía para
20 vehículos, centrales eléctricas e instalaciones de calefacción.

Por el documento US 2009/0289227 A1 se conoce un procedimiento para la preparación de metanol a partir de dióxido de carbono e hidrógeno, en el que el dióxido de carbono procede de un procedimiento de central eléctrica y puede usarse hidrógeno generado por regeneración. Además de metanol pueden generarse con el procedimiento conocido también metano, monóxido de carbono, gases de síntesis y otros combustibles líquidos.

25 El documento WO 2009/016228 A1 se refiere a una unidad de electrólisis para la electrólisis a alta temperatura y a alta presión.

El desarrollo y el aprovechamiento de fuentes de energía regenerativas renovables, tales como por ejemplo la energía eólica y solar, aunque también la energía geotérmica y la energía mareomotriz, como alternativa o de
30 manera paralela a la generación de energía convencional a partir de portadores de energía fósiles cobran importancia cada vez más con el trasfondo de combustibles fósiles que se agotan a largo plazo y del calentamiento global mediante gases de efecto invernadero.

En el ámbito del aprovechamiento de fuentes de energía regenerativas para la generación de corriente es desventajoso que la situación de oferta impuesta por la naturaleza sea difícil de pronosticar y está sometida a
35 variaciones naturales. Por ejemplo, debido a las modificaciones condicionadas por el tiempo o día o estación se producen picos de generación de energía o sin embargo también valles de generación de energía de la energía eléctrica generada a partir de la fuente de energía regenerativa. Frente a la producción variable de corriente, que se debe particularmente a influencias debidas al tiempo o al día o la estación, se encuentra una demanda no constante de corriente por parte del consumidor.

Si se suministra corriente de fuentes de energía regenerativas a una red eléctrica pública, los picos de generación de energía y valles de generación de energía pueden conducir a problemas considerables, dado que la adaptación
40 de la tecnología de centrales eléctricas a cantidades de corriente variantes suministradas a la red eléctrica es posible únicamente con un gasto considerable.

Por ejemplo, en la generación de energía eléctrica a partir de energía eólica se producen incertidumbres de la producción de corriente condicionadas por el tiempo, conduciéndose con carga máxima las centrales eléctricas accionadas convencionalmente en tiempos de reducción de picos en caso de calma, mientras que en tiempos en los
45 que está a disposición suficiente viento para la generación de corriente, por ejemplo, las cantidades de extracción de energía pueden ser bajas de modo que la central eléctrica debe conducirse con carga mínima, lo que conduce a una descarga mayor de dióxido de carbono. Cuando además los operarios de centrales eólicas no pueden suministrar la corriente a la red eléctrica debido a una sobrecarga de red inminente, se ofrece una desconexión de la central eólica, lo que conduce a una reducción de la rentabilidad en el funcionamiento de la central eólica.
50

En el ámbito del aprovechamiento de fuentes de energía regenerativas para la generación de corriente existe, por tanto, una necesidad de un procedimiento económico y eficaz para la compensación de picos de generación y valles de generación.

Por el estado de la técnica se sabe ya dissociar agua, con ayuda de una electrólisis, en hidrógeno y oxígeno. El almacenamiento de hidrógeno es sin embargo costoso en cuanto a la técnica del procedimiento y caro. Además, el
55 transporte del hidrógeno a un lugar de consumo requiere una infraestructura para el hidrógeno que por regla general

no está presente. Adicionalmente es desventajoso que el oxígeno liberado en la electrólisis se conduce sólo de manera limitada a un aprovechamiento. Por tanto se prevé ya en el estado de la técnica transformar dióxido de carbono e hidrógeno usando catalizadores en un portador de energía que contiene hidrocarburo, por ejemplo en metanol o en metano. En el documento WO 2010/069622 A1 se describen procedimientos para la facilitación de portadores de energía a base de carbono almacenables y transportables usando dióxido de carbono como proveedor de carbono y usando energía eléctrica. La preparación catalítica de metanol se da a conocer además en el documento WO 20101069385 A1 y en el documento WO 2010/069685 A1.

Es objetivo de la presente invención proporcionar un procedimiento y una instalación de generación de portador de energía del tipo mencionado anteriormente, que faciliten con alta rentabilidad y alto grado de acción la compensación de picos de generación y valles de generación en la generación de energía eléctrica, en particular a partir de fuentes de energía regenerativas, y/o permitan la generación de un portador de energía que contiene hidrocarburo, debiéndose realizar la compensación de variaciones de las cantidades de energía generadas o producidas por un lado y la generación del portador de energía por otro lado de la misma manera esencialmente de manera neutra en dióxido de carbono, es decir esencialmente sin liberación de dióxido de carbono.

El objetivo mencionado anteriormente se consigue mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1 y mediante una instalación de generación de portador de energía con las características de la reivindicación 8.

De acuerdo con la invención se usa energía eléctrica generada a partir de una fuente de energía en una unidad de electrólisis para la generación de hidrógeno mediante electrólisis de un medio acuoso, en particular de agua, alimentándose una corriente de hidrógeno generada en la unidad de electrólisis a una unidad de reactor configurada para la generación en particular catalítica de una corriente de portador de energía que contiene hidrocarburo usando hidrógeno y dióxido de carbono, en particular configurada para la generación catalítica de metanol o metano, quemándose la corriente de portador de energía que contiene hidrocarburo generada al menos parcialmente y dependiendo de la demanda en una cámara de combustión y aprovechándose la energía térmica de la corriente de gas de combustión formada en la combustión para la generación de energía eléctrica en un procedimiento de turbinas de gas y/o en un procedimiento de turbinas de vapor y alimentándose la corriente de gas de combustión a la unidad de reactor como fuente de carbono para la generación de la corriente de portador de energía que contiene hidrocarburo.

La invención se basa en la idea fundamental de suministrar energía eléctrica que no se produce regularmente y/o en cantidades de energía variantes, a una unidad de electrólisis para generar hidrógeno por medio de la energía suministrada que a continuación se transforma en una unidad de reactor en particular catalíticamente usando dióxido de carbono en un portador de energía que contiene hidrocarburo, preferentemente en metanol o metano. Mediante combustión posterior parcial y dependiente de la demanda de la corriente de portador de energía que contiene hidrocarburo generada en una cámara de combustión de la instalación de generación de portador de energía se libera una corriente de gas de combustión caliente que puede aprovecharse en un procedimiento de turbina de gas conectado posteriormente y/o en un procedimiento de turbinas de vapor para la generación de corriente. Mediante realimentación de la corriente generada a la red eléctrica pueden compensarse picos de generación y valles de generación en la generación de energía eléctrica, en particular a partir de fuentes de energía regenerativas, más en particular en la generación de energía eléctrica por medio de centrales eólicas y/o instalaciones fotovoltaicas, en forma de una emisión de corriente constante durante un largo tiempo. El procedimiento de acuerdo con la invención y la instalación de generación de portador de energía de acuerdo con la invención son adecuados, a este respecto, en particular para la compensación de variaciones en la producción de corriente en parques eólicos. Además, el procedimiento de acuerdo con la invención conduce a una reducción de la demanda en centrales eléctricas de energía de reserva, dado que se almacena temporalmente corriente en forma de corriente de portador de energía.

Con el procedimiento de acuerdo con la invención y la instalación de generación de portador de energía de acuerdo con la invención pueden proporcionarse rápidamente mayores o menores cantidades de corriente solicitadas. Para una compensación neutra en dióxido de carbono de picos de generación y valles de generación está previsto a este respecto de acuerdo con la invención que se alimente la corriente de gas de combustión generada en la cámara de combustión a la unidad de reactor como fuente de carbono para la generación de la corriente de portador de energía que contiene hidrocarburo. Con ello se obtiene una circulación cerrada de dióxido de carbono, lo que conduce a una liberación del medio ambiente mediante un ahorro de emisiones de dióxido de carbono. Al mismo tiempo se proporciona con la invención un almacenamiento de energía en forma de una corriente de portador de energía que contiene hidrocarburo, que permite en caso de alta demanda de corriente usar el portador de energía que contiene hidrocarburo almacenado de nuevo en un procedimiento de la central eléctrica para la generación de corriente y suministrar la corriente generada a una red eléctrica.

Una parte de la energía eléctrica generada en el procedimiento de turbinas de gas y/o en el procedimiento de turbinas de vapor puede preverse para el aprovechamiento apropiado en la instalación de generación de portador de energía de acuerdo con la invención, por ejemplo para la compactación/compresión de corrientes de sustancias y/o para la electrólisis de agua para la generación de la corriente de hidrógeno en la unidad de electrólisis.

Básicamente es posible que una parte del portador de energía generado se queme para la generación de corriente localmente, mientras que otra parte se proporciona para un uso externo. El portador de energía generado puede venderse como producto y puede usarse fuera de la instalación de generación de portador de energía, por ejemplo como sustituto de gasolina y/o materia prima en la industria química.

5 Además puede alimentarse a la cámara de combustión al menos otra corriente de portador de energía que contiene hidrocarburo (externa), en particular gas natural. Debido a ello puede proporcionarse de la misma manera dióxido de carbono para la generación del portador de energía que contiene hidrocarburo en la unidad de reactor y puede generarse corriente eléctrica mediante aprovechamiento de la corriente de gas de combustión formada en la combustión de la corriente de portador de energía externa en la cámara de combustión en el procedimiento de turbinas de gas y/o el procedimiento de turbinas de vapor. Esto es en particular ventajoso cuando se usa la instalación de generación de portador de energía de acuerdo con la invención exclusivamente para la producción del portador de energía en la unidad de reactor y, más en particular, cuando la energía eléctrica que está a disposición a partir de una fuente de energía regenerativa no es suficiente para suministrar suficiente corriente para la unidad de electrólisis.

10 En caso de tarifas eléctricas bajas puede suministrarse también corriente a partir de fuentes de energía fósiles a la unidad de electrólisis para generar de manera económica un portador de energía que contiene hidrocarburo en la unidad de reactor, que está a disposición para una producción de energía eléctrica cuando aumenten de nuevo las tarifas eléctricas. En caso de que no esté a disposición por ejemplo energía eólica o solar a corto plazo, puede suministrarse corriente generada de manera convencional a la electrólisis mediante el aprovechamiento de gas natural, lo que permite una generación del portador de energía económica y neutra con el medio ambiente, es decir sin emisión de dióxido de carbono, en la unidad de reactor debido al alto grado de acción de la instalación de generación de portador de energía de acuerdo con la invención. Mediante esto puede garantizarse una alta rentabilidad del procedimiento de acuerdo con la invención y de la instalación de generación de portador de energía de acuerdo con la invención, pudiéndose usar para la electrólisis básicamente también corriente mixta de energía renovable y fósil. La conducción del procedimiento descrita anteriormente o el modo de funcionamiento de la instalación de generación de portador de energía de acuerdo con la invención es ventajoso en particular en relación con las variaciones de tarifa eléctrica condicionadas por la estación del año o el momento del día (ciclo verano-invierno; ciclo día-noche).

15 Por lo demás puede mezclarse la corriente de hidrógeno generada mediante electrólisis con otra corriente de hidrógeno, por ejemplo de la fermentación y/o gasificación de biomasa, para homogeneizar o aumentar el caudal de hidrógeno alimentado a la unidad de reactor. Debido a ello puede integrarse por ejemplo el aprovechamiento de biomasa para la generación de corriente regenerativa en el concepto de instalación de la instalación de generación de portador de energía de acuerdo con la invención. Para garantizar una alta pureza de hidrógeno de la otra corriente de hidrógeno no generada mediante electrólisis, puede estar conectada previamente una instalación de purificación de gases configurada correspondientemente. La otra corriente de hidrógeno puede alimentarse también directamente a la unidad de reactor.

20 Mediante el uso de oxígeno en lugar de aire puede conseguirse la obtención de dióxido de carbono casi puro como corriente de gas de combustión, pudiéndose prever de acuerdo con la invención de manera correspondiente que a la cámara de combustión se alimente una corriente de oxígeno generada en la unidad de electrólisis para la combustión de la corriente de portador de energía.

25 Para la generación de la corriente de hidrógeno y de la corriente de oxígeno puede preverse una unidad de electrólisis a presión, pudiendo ascender la presión de hidrógeno y/o la presión de oxígeno entre 1000 kPa y 20000 kPa, preferentemente entre 3000 kPa y 10000 kPa, en particular al menos de 6000 kPa a 8000 kPa. Por el estado de la técnica se conocen procedimientos de electrólisis a presión de membrana de electrolito de polímero y alcalina adecuados para ello y conocidos para el experto, pudiéndose conseguir con unidades de electrólisis a presión en el futuro también una presión del sistema superior a 20000 kPa.

30 El hidrógeno que se encuentra bajo presión puede alimentarse a un acumulador de presión como recipiente de compensación y puede almacenarse allí. La corriente de oxígeno puede almacenarse con una presión de almacenamiento de al menos 3000 kPa, en particular de aproximadamente 6000 kPa o más. A continuación puede alimentarse entonces una corriente de oxígeno con una presión de almacenamiento de al menos 3000 kPa, en particular de aproximadamente 6000 kPa o más, preferentemente sin compresión intermedia a la cámara de combustión. Mediante el uso de una unidad de electrólisis a presión se reduce, por consiguiente, el gasto de procedimiento en la producción de corriente en el procedimiento de turbinas de gas considerablemente, dado que no debe preverse ningún compresor entre el acumulador de oxígeno y la cámara de combustión. Esto conduce a una reducción de costes considerable y al aumento de la eficacia.

35 Mediante almacenamiento de la corriente de hidrógeno y/o de la corriente de oxígeno y/o de la corriente de portador de energía generada en la unidad de reactor en unidades de almacenamiento configuradas correspondientemente es posible usar las corrientes mencionadas anteriormente dependiendo de la demanda y/o preverlas para una producción de energía eléctrica como materia bruta o proveedor de energía fuera de la instalación de generación de portador de energía de acuerdo con la invención. Mediante el almacenamiento de la corriente de portador de energía

generada puede usarse en caso necesario una mayor o una menor cantidad de corriente de portador de energía para la generación de corriente en la instalación de generación de portador de energía de acuerdo con la invención para proporcionar una cantidad de corriente constantemente grande y garantizar un aprovechamiento óptimo de energías renovables para la generación de corriente.

5 Además es también posible almacenar dióxido de carbono del gas de combustión y/o de una corriente externa de dióxido de carbono en una unidad de almacenamiento y alimentarlo a la unidad de reactor dependiendo de la demanda. Para el almacenamiento puede comprimirse la corriente de dióxido de carbono, preferentemente fluidificarse. Mediante la combustión de la corriente de portador de energía con oxígeno puro puede generarse un gas de escape de combustión que contiene dióxido de carbono puro y vapor de agua. Esto facilita la obtención de
10 dióxido de carbono altamente puro mediante separación del vapor de agua.

Una corriente de condensado separada de la unidad de reactor y/o del gas de combustión en su enfriamiento y/o una corriente de agua de refrigeración de la unidad de reactor puede conducirse preferentemente a la cámara de combustión para facilitar de manera sencilla un control de la temperatura de las reacciones de combustión en la cámara de combustión. Mediante la introducción de la corriente de condensado de la unidad de reactor, por ejemplo
15 de una corriente de destilado de una instalación de metanol, a la cámara de combustión se reduce la temperatura del gas de combustión, de modo que es posible de manera sencilla o control o gestión de la temperatura de gas de combustión. Además, la corriente de condensado de la unidad de reactor y/o del gas de combustión puede presentar hidrocarburos de mayor peso molecular que se transforman o se queman en la cámara de combustión. Debido a ello se vuelve innecesario un tratamiento de agua, lo que conduce a una simplificación del procedimiento y contribuye a
20 una alta rentabilidad. Como alternativa o de manera complementaria puede preverse que se aproveche una corriente de condensado de la unidad de reactor y/o una corriente de condensado separada de la corriente de gas de combustión como agua de alimentación para la unidad de electrólisis.

Para el aprovechamiento del calor residual puede preverse separar de la unidad de reactor el calor de reacción que se libera en la generación de la corriente de portador de energía en la unidad de reactor. El calor de reacción puede servir ventajosamente para el calentamiento previo o posterior de las corrientes de sustancia consideradas. También un aprovechamiento del calor para calefacción es posible. Por ejemplo, las reacciones implicadas en la formación catalítica de metanol o metano a partir de dióxido de carbono e hidrógeno son exotérmicas, de modo que en este caso es posible un uso del calor de reacción. Además está disposición calor residual del procedimiento de electrólisis que puede suministrarse a una red de calor para calefacción.
25

La instalación de generación de portador de energía de acuerdo con la invención presenta al menos una unidad de electrólisis, al menos una unidad de reactor y al menos una cámara de combustión y está configurada para la realización del procedimiento descrito anteriormente. Además puede preverse al menos una turbina de gas y/o al menos una turbina de vapor para poder realizar el procedimiento de turbinas de gas o el procedimiento de turbinas de vapor. Finalmente pueden preverse unidades de almacenamiento para el almacenamiento del hidrógeno generado en la unidad de electrólisis y/o del oxígeno y/o del portador de energía generado en la unidad de reactor y/o del dióxido de carbono separado de la corriente de gas de combustión. Son componentes de la instalación de generación de portador de energía igualmente intercambiadores de calor, compresores, y correspondientes conducciones de línea, no siendo concluyente la lista mencionada anteriormente.
30
35

En particular hay una multiplicidad de posibilidades de configurar y perfeccionar el procedimiento de acuerdo con la invención y la instalación de generación de portador de energía de acuerdo con la invención, remitiéndose por un lado a las reivindicaciones dependientes y por otro lado a la descripción detallada siguiente de un ejemplo de realización preferente de la invención con referencia al dibujo.
40

En la única figura del dibujo está representado esquemáticamente un procedimiento para la compensación neutra en dióxido de carbono de picos de generación y valles de generación en la generación de energía eléctrica a partir de fuentes de energía regenerativas, por ejemplo de centrales eólicas y/o instalaciones fotovoltaicas. Para la realización del procedimiento está prevista una instalación de generación de portador de energía 1.
45

La instalación 1 presenta una unidad de electrólisis 2, una unidad de reactor 3 y una cámara de combustión 4. En la unidad de electrólisis 2 se usa corriente eléctrica 5 no producida regularmente o disponible en cantidades oscilantes, por ejemplo de centrales eólicas o instalaciones fotovoltaicas, para la generación de una corriente de hidrógeno 6 y de una corriente de oxígeno 7. Preferentemente se usa hidrógeno y oxígeno por medio de electrólisis a presión, lo que ofrece en comparación con la electrólisis atmosférica la ventaja de que los gases de producto, hidrógeno y oxígeno, están a disposición con una presión preferentemente entre 3000 kPa y 8000 kPa, en particular de aproximadamente 6000 kPa.
50

Como alternativa o de manera complementaria a la corriente 5 a partir de fuentes de energía regenerativas puede preverse usar (de manera económica) la corriente 8 a partir de otras fuentes de energía, en particular fósiles, para la electrólisis.
55

En otra etapa de procedimiento se alimenta la corriente de hidrógeno 6 que se encuentra bajo presión, eventualmente mezclada con otra corriente de hidrógeno 9 de una instalación de biogás 10, a un recipiente de

compensación como unidad de almacenamiento 11 y a continuación se transforma con una corriente de dióxido de carbono 12 en la unidad de reactor 3 catalíticamente en metanol como portador de energía. De la unidad de reactor 3 sale una corriente de metanol como corriente de portador de energía que contiene hidrocarburo 13 que se almacena temporalmente en el tanque de metanol como otra unidad de almacenamiento 14.

- 5 La corriente de portador de energía que contiene hidrocarburo 13 generada puede quemarse entonces al menos parcialmente y dependiendo de la demanda en la cámara de combustión 4. La corriente de portador de energía 13 se alimenta para ello a través de una bomba 14a a la cámara de combustión 4.

- 10 La energía térmica de la corriente de gas de combustión 15 formada en la combustión se aprovecha para la generación de corriente eléctrica 16 en un procedimiento de turbinas de gas y procedimiento de turbinas de vapor acoplado, pudiendo servir la corriente de gas de combustión 15 como fuente de carbono para la generación de la corriente de portador de energía que contiene hidrocarburo 13. Para este fin se separa de la corriente de gas de combustión 15 una corriente de dióxido de carbono 17. Según esto, la invención permite que la corriente de dióxido de carbono 17 se almacene temporalmente en otra unidad de almacenamiento 18 y dependiendo de la demanda se conduzca a la unidad de reactor 3. Preferentemente se fluidifica la corriente de dióxido de carbono 17 con un compresor 19 y se almacena bajo presión, de modo que pueda alimentarse dióxido de carbono bajo presión al procedimiento de metanol para que se transforme con la corriente de hidrógeno 6 de la unidad de electrólisis 2 en metanol.

- 20 La corriente de oxígeno 7 de la unidad de electrólisis 2 se comprime con un compresor 22, se alimenta a una unidad de almacenamiento de oxígeno 23 y allí se almacena temporalmente. De la otra unidad de almacenamiento 23 se alimenta entonces una corriente de oxígeno 24 junto con la corriente de portador de energía 13 a la cámara de combustión 4, transformándose en la cámara de combustión 4 el portador de energía, en el presente caso metanol, de manera estequiométrica en agua y dióxido de carbono. Mediante la combustión con oxígeno puro se consigue la obtención de dióxido de carbono casi puro como corriente de gas de combustión 15.

- 25 Dado que la combustión con oxígeno puro conduce a elevadas temperaturas de combustión, está previsto además en la instalación 1 mostrada que se introduzca, preferentemente se inyecte, una corriente de agua sobrecalentada 25, en caso de la cual se trata preferentemente de agua de refrigeración o condensado cargado con hidrocarburos de mayor peso molecular de la instalación de metanol, en la cámara de combustión 4. Debido a ello es posible una conducción sencilla y un control del procedimiento de combustión.

- 30 El gas de combustión 15 que abandona la cámara de combustión 4 se enfría a través de dos intercambiadores de calor 26, 27 y se expande a través de una turbina de gas 28. Tras la expansión se aprovecha el gas de combustión 15 para la generación de una corriente de vapor saturado 29 en otro intercambiador de calor 30 y finalmente se enfría en un decantador 31 con una corriente externa de refrigerante 32 de modo que sale esencialmente dióxido de carbono como fase gaseosa y forma la corriente de dióxido de carbono 17.

- 35 Una corriente de condensado 33 que sale del decantador 31 puede alimentarse a un depósito de agua 34 de la unidad de electrólisis 2. Como alternativa o de manera complementaria puede alimentarse una corriente de condensado 35 de la unidad de reactor 3 al depósito de agua 34. Como alternativa o de manera complementaria puede preverse además una corriente de agua pura 36 para el suministro de agua de la unidad de electrólisis 2.

- 40 La corriente de vapor saturado 29 se sobrecalienta en el intercambiador de calor 27 y se alimenta a una primera etapa 37 de una turbina de vapor. La turbina de calor puede funcionar preferentemente con sobrecalentamiento intermedio, realizándose el sobrecalentamiento intermedio en el intercambiador de calor 26. De manera correspondiente está prevista una segunda etapa 38 de la turbina de vapor. La generación de la corriente eléctrica 16 se realiza de manera en sí conocida con unidad de generador 39. La corriente 16 generada puede aprovecharse para la electrólisis de agua en la unidad de electrólisis 2 o puede suministrarse a una red eléctrica para compensar valles de generación en la generación de corriente eléctrica 5 a partir de fuentes de energía regenerativas.

- 45 Tal como resulta además del dibujo no se requiere obligatoriamente un tratamiento de agua residual en la instalación 1 mostrada si se alimentan la corriente de condensado 33 del decantador 31 y la corriente de condensado 35 de la unidad de reactor 3 a la unidad de electrólisis 2. Tal como se describe, pueden transformarse aguas residuales del decantador 31 y/o de la unidad de reactor 3 también en la cámara de combustión 4, lo que igualmente hace innecesario un tratamiento de aguas residuales.

- 50 Junto al portador de energía generado en la unidad de reactor 3 pueden alimentarse a la cámara de combustión 4 también otros combustibles gaseosos o líquidos, de modo que la instalación 1 mostrada puede usarse básicamente también para la producción del portador de energía exclusivamente para el uso externo. En este caso, toda la corriente de portador de energía 13 generada en la unidad de reactor 3 se almacena en las unidades de almacenamiento 14 y se descarga como corriente de portador de energía 21 de la instalación 1. Por ejemplo puede quemarse una corriente de gas natural 40 como fuente de carbono en la cámara de combustión 4 junto con la corriente de oxígeno 24, alimentándose el dióxido de carbono que se libera a este respecto a la unidad de reactor 3. Simultáneamente se genera corriente eléctrica 16 que puede aprovecharse al menos parcialmente para la electrólisis de agua.

- La instalación 1 representada permite, por consiguiente, tanto en el funcionamiento de centrales eléctricas, es decir en la combustión al menos parcial de la corriente de portador de energía 13 generada en la unidad de reactor 3, como en el funcionamiento de producción cuando se alimenta el portador de energía generado completamente a un uso externo, una conducción del procedimiento neutra en dióxido de carbono, en la que no se emite dióxido de carbono al medio ambiente. Igualmente poco se emiten óxidos de nitrógeno u óxidos de azufre al medio ambiente.
- Las oscilaciones en la alimentación de corriente 5 a partir de fuentes de energía regenerativas a la instalación 1 pueden compensarse mediante la producción de energía eléctrica de la corriente de portador de energía 13 o mediante la producción de energía eléctrica de un portador de energía externo (fósil), por ejemplo mediante la alimentación de gas natural, de modo que sea posible una emisión de corriente constante a una red eléctrica.
- Dependiendo del tamaño de las unidades de almacenamiento 11, 14, 18, 23 pueden compensarse oscilaciones en la facilitación de energía renovable durante largo tiempo en forma de emisión de corriente constante y proporcionar o reducir rápidamente mayores o menores cantidades de corriente solicitadas. Eventualmente, la instalación 1 funciona también como reductor de dióxido de carbono, pudiéndose suministrar dióxido de carbono de fuentes externas como corriente de dióxido de carbono 20.
- Además, el calor residual de la electrólisis y el calor residual del procedimiento de gas y vapor pueden suministrarse a una red de calor para calefacción o puede aprovecharse también directamente para el calentamiento previo de corrientes de sustancia en la instalación 1.
- En particular es posible obtener, mediante la combustión con oxígeno puro, una corriente de dióxido de carbono muy pura, sin que para ello deba someterse la fase gaseosa del decantador 31 a un tratamiento químico y/o físico adicional, tal como por ejemplo a un lavado de dióxido de carbono.
- Se entiende que las características descritas anteriormente caracterizan únicamente una forma de realización preferente de la instalación de generación de portador de energía 1 y no deben preverse obligatoriamente en la combinación representada. Son posibles combinaciones alternativas de las características descritas, también cuando éstas no se describen en detalle.
- A continuación se explican estados de funcionamiento a modo de ejemplo de la instalación 1 descrita:
- Funcionamiento en balance compensado: se suministran 7220 kW de energía eléctrica a la electrólisis. Se generan 1680 Nm³/h de H₂ y 840 Nm³/h de O₂. La cantidad de MeOH (cantidad de metanol) generada asciende a 0,8 t/h. Esta cantidad se suministra a la cámara de combustión junto con 840 Nm³/h de O₂. Se generan 4200 kW. El procedimiento de gas y vapor emite 560 Nm³/h de CO₂.
- En este funcionamiento no se realiza ninguna extracción o alimentación de los medios almacenados en los acumuladores 11, 14, 18, 23. El grado de acción (con respecto a la cantidad de corriente suministrada/emitada) asciende a aproximadamente un 60 %.
- Funcionamiento con exceso de corriente: se suministran por ejemplo 14440 kW a la electrólisis. Se generan 3360 Nm³/h de H₂ y 1680 Nm³/h de O₂. La cantidad de MeOH generada asciende a 1,6 t/h. De esta cantidad se suministran 0,8 t/h a la cámara de combustión junto con 840 Nm³/h de O₂. Se generan 4200 kW. El procedimiento de gas y vapor emite 560 Nm³/h de CO₂.
- En este funcionamiento se llenan los acumuladores de metanol 14 y el acumulador de oxígeno 23 y se descarga el acumulador de dióxido de carbono 18.
- El grado de acción (con respecto a la cantidad de corriente suministrada/emitada) asciende a aproximadamente un 30 %. Adicionalmente se generan 0,8 t de MeOH/h.
- Funcionamiento con déficit de corriente: se suministran por ejemplo 3610 kW a la electrólisis. Se generan 840 Nm³/h de H₂ y 420 Nm³/h de O₂. La cantidad de MeOH generada asciende a 1,6 t/h. De esta cantidad se suministran 0,8 t/h a la cámara de combustión 4 junto con 840 Nm³/h de O₂. Se generan 4200 kW. El procedimiento de gas y vapor emite 560 Nm³/h de CO₂.
- En este funcionamiento se vacían los acumuladores de metanol 14 y el acumulador de oxígeno 23 y se carga el acumulador de dióxido de carbono 18.
- El grado de acción (con respecto a la cantidad de corriente suministrada/emitada) asciende a aproximadamente un 116 %. Se consumen 0,4 t de MeOH/h.
- Para la generación simultánea de corriente y metanol puede preverse un funcionamiento con gas natural de la instalación 1. No se realiza entonces ninguna combustión de metanol:
- Funcionamiento con combustión de gas natural: se suministran 7220 kW a la electrólisis. Se generan 1680 Nm³/h de H₂ y 840 Nm³/h de O₂. La cantidad de MeOH generada asciende a 0,8 t/h. Esta cantidad se almacena. Con 840 Nm³/h de O₂ y 3,58 Gcal/h de gas natural (calculado como CH₄ = 4160 kW químicamente) se generan 3950 kW. El procedimiento de gas y vapor emite 420 Nm³/h de CO₂.

ES 2 402 398 T3

En este funcionamiento se extraen del acumulador de dióxido de carbono 18 aproximadamente 140 kg/h de CO₂, el acumulador de oxígeno 23 no se carga ni se descarga y se alimenta 0,8 t de MeOH a los acumuladores de metanol.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la compensación neutra en dióxido de carbono de picos de generación y valles de generación en la generación de energía eléctrica y/o para la generación de un portador de energía que contiene hidrocarburo, usando en cada caso una instalación de generación de portador de energía (1), en el que se usa energía eléctrica generada a partir de una fuente de energía en una unidad de electrólisis (2) de la instalación de generación de portador de energía (1) para la generación de hidrógeno mediante electrólisis de un medio acuoso, en el que se alimenta una corriente de hidrógeno (6) generada en la unidad de electrólisis (2) a una unidad de reactor (3) de la instalación de generación de portador de energía (1) configurada para la generación de una corriente de portador de energía que contiene hidrocarburo (13) usando hidrógeno y dióxido de carbono, en el que se quema al menos parcialmente la corriente de portador de energía que contiene hidrocarburo (13) generada y dependiendo de la demanda con una corriente de oxígeno (7, 24) generada en la unidad de electrólisis (2) en una cámara de combustión (4) de la instalación de generación de portador de energía (1) y se aprovecha la energía térmica de la corriente de gas de combustión (15) formada en la combustión para la generación de energía eléctrica en un procedimiento de turbinas de gas y/o en un procedimiento de turbinas de vapor y se alimenta a la unidad de reactor (3) únicamente la corriente de gas de combustión (15) formada como fuente de carbono para la generación de la corriente de portador de energía que contiene hidrocarburo (13).
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** se alimenta a la cámara de combustión (4) al menos otra corriente de portador de energía que contiene hidrocarburo desde una fuente de energía externa.
3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 1 o 2, **caracterizado porque** se prevé una unidad de electrólisis a presión para la generación de la corriente de hidrógeno (6) y de la corriente de oxígeno (7), en el que la presión de hidrógeno y/o la presión de oxígeno asciende a entre 1000 kPa y 20000 kPa.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se almacena la corriente de oxígeno (7) con una presión de almacenamiento de al menos 3000 kPa en una unidad de almacenamiento (23), extrayéndose una corriente de oxígeno (24) de la unidad de almacenamiento (23) y alimentándose a la cámara de combustión (4) a la presión de almacenamiento.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** una corriente de agua de refrigeración o de condensado (25) de la unidad de reactor (3) y/o una corriente de condensado (33) separada de la corriente de gas de combustión (15) se conducen a la cámara de combustión (4).
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** una corriente de agua de refrigeración o de condensado (35) de la unidad de reactor (3) y/o una corriente de condensado (33) separada de la corriente de gas de combustión (15) se conduce a la unidad de electrólisis (2).
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el calor de reacción que se libera en la generación de la corriente de portador de energía (13) en la unidad de reactor (3) se separa de la unidad de reactor (3).
8. Instalación de generación de portador de energía (1) con una unidad de electrólisis (2) configurada para la generación de hidrógeno y para la generación de oxígeno mediante electrólisis de un medio acuoso, con una unidad de reactor (3) configurada para la generación de una corriente de portador de energía que contiene hidrocarburo (13) a partir del hidrógeno generado mediante electrólisis y dióxido de carbono y con una cámara de combustión (4) para la combustión de la corriente de portador de energía que contiene hidrocarburo (13) con el oxígeno generado mediante electrólisis, en la que la corriente de gas de combustión formada en la combustión puede alimentarse a la unidad de reactor (3) como única fuente de carbono, configurada para la realización del procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.

