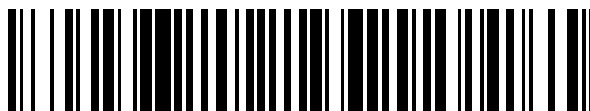


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 600 516**

51 Int. Cl.:

F01K 17/04 (2006.01)

F22B 1/00 (2006.01)

E21B 43/24 (2006.01)

F22B 35/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2012** **E 12188078 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.07.2016** **EP 2589765**

54 Título: **Planta solar para recuperación de petróleo mejorada**

30 Prioridad:

01.11.2011 NL 2007696

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.02.2017

73 Titular/es:

NEM ENERGY B.V. (100.0%)
Kanaalpark 159
2321 JW Leiden, NL

72 Inventor/es:

ROP, PETER SIMON

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 600 516 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

Planta solar para recuperación de petróleo mejorada

5 La presente invención se refiere a una planta solar, en particular una planta solar para recuperación de petróleo mejorada y un método para llevar a cabo una recuperación de petróleo mejorada terciaria, tal y como se conoce a partir de por ejemplo WO 2010/132849 A2

10 Además US2010/0000733 da a conocer un método para la recuperación de hidrocarburo a partir de arenas bituminosas. Una planta de energía solar térmica se utiliza para generar vapor. El vapor es inyectado, a través de un pozo de inyección, en una formación en el terreno, para extraer bitumen en un pozo de producción de petróleo. La figura 7 de US2010/0000733 muestra un campo solar que tiene un primer circuito de fluido de transferencia de calor. Se dispone una unidad de intercambio de calor para intercambiar calor desde el fluido de transferencia calor a una mezcla de vapor de agua en un segundo conducto. Por la presente, el vapor es producido en el segundo circuito que es inyectado en el pozo de inyección en la formación. El agua de retorno de la formación es separada del petróleo extraído y recirculada en el segundo circuito. El primer circuito comprende un fluido de transferencia de calor limpio, que podría ser agua limpia, para evitar incrustaciones en los paneles de aislamiento. El segundo circuito comprende una mezcla de vapor de agua relativamente sucio. El agua de retorno incluye residuos de petróleo y minerales que pueden provocar incrustaciones en la superficie de aislamiento del campo solar de un campo solar, si el agua fuera suministrada directamente al campo solar. Sería necesario programar operaciones de limpieza de forma frecuente para limpiar la superficie de aislamiento. Esto podría disminuir un tiempo de funcionamiento de la planta solar. US-A1-2005/0279500 y US-A1-2010/0200023 dan a conocer técnicas de recuperación de petróleo mejoradas adicionales.

25 El método dado a conocer tiene varias desventajas. Como resultado de la unidad de intercambio de calor entre el primer y segundo circuitos, la eficiencia térmica del campo solar es baja. Se producen pérdidas térmicas debido a la transferencia de calor a través de un medio de transferencia de calor a la mezcla de vapor de agua. Otro inconveniente de la unidad de intercambio de calor implementada es que la unidad de intercambio de calor requiere un tiempo de puesta en marcha para alcanzar una temperatura de funcionamiento. Este tiempo de puesta en marcha acorta el tiempo de funcionamiento disponible del campo solar. Una desventaja adicional es que la implementación de la unidad de intercambio de calor necesaria requiere una inversión de capital importante.

30 En general, es un objeto de la presente invención eliminar, al menos parcialmente, los inconvenientes mencionados anteriormente y/ o proporcionar una alternativa utilizable. De forma más específica, es un objeto de la invención proporcionar una planta solar y un método para el funcionamiento de la planta solar, en el que se aumente la eficiencia. En particular, es un objeto reducir un tiempo de puesta en marcha y aumentar un tiempo de funcionamiento disponible.

De acuerdo con la invención, este objeto se consigue mediante una planta solar, de acuerdo con la reivindicación 1.

35 La planta solar, de acuerdo con la invención, es una planta que utiliza energía solar durante su funcionamiento para generar vapor. La planta solar comprende un circuito de vapor de agua para conducir una mezcla de vapor de agua. Aguas abajo del circuito, el agua suministrada se calienta y se evapora en forma de vapor.

40 El circuito de vapor de agua tiene una salida de vapor para descargar el vapor a un objeto. En particular, el objeto es una formación, más en particular una formación en el terreno. La formación en el terreno es, en particular, un yacimiento de petróleo y la planta solar se usa, de forma preferente, para la recuperación de petróleo mejorada térmica.

El circuito de vapor de agua tiene además una entrada de agua para el suministro de agua, en particular para el retorno del agua desde el objeto en el circuito de vapor de agua. Por la presente, el agua puede ser reciclada en el circuito de vapor de agua.

45 El circuito de vapor de agua comprende un sistema de calentamiento solar para el calentamiento de la mezcla de vapor de agua en el circuito de vapor de agua. Durante su funcionamiento, el sistema de calentamiento solar utiliza la energía solar para calentar el agua en el circuito de vapor de agua.

50 El sistema de calentamiento solar tiene una entrada del sistema de calentamiento que está en comunicación fluida con la entrada de agua del circuito para recibir el agua de la entrada de agua y una salida del sistema de calentamiento que está en comunicación fluida con la salida de vapor del circuito para la descarga de la mezcla de vapor de agua a la salida de vapor.

El circuito de vapor de agua además comprende un separador para separar el agua del vapor. El separador está dispuesto aguas abajo del sistema de calentamiento solar. El separador tiene una entrada de vapor de agua que está en comunicación fluida con la salida del sistema de calentamiento para recibir la mezcla de vapor de agua desde el sistema de calentamiento solar. El separador tiene una salida de vapor de separador que está en

- comunicación fluida con la salida de vapor del circuito y una salida de agua de separador que está, a través de un conducto de recirculación, en comunicación fluida con la entrada del sistema de calentamiento solar. En particular, el circuito de vapor de agua es un circuito simple, en donde el agua de la entrada de agua es suministrada directamente a través del sistema de calentamiento solar. El agua puede estar conducida a través de un panel intercambiador de calor del sistema de calentamiento solar, en donde el agua es calentada directamente mediante insolación. La planta solar no tiene primeros y segundos circuitos auxiliares que están acoplados mediante una unidad de intercambio de calor para prevenir que el agua de retorno fluya a través del sistema de calentamiento.
- El conducto de recirculación proporciona una importante ventaja. En comparación con un circuito sin el conducto de recirculación, de manera ventajosa, se aumenta la velocidad de flujo de masa de agua a través del sistema de calentamiento. El flujo de agua aumentado reduce el riesgo de incrustaciones del sistema de calentamiento. El sistema de calentamiento solar es de un tipo de circulación en lugar de un tipo de paso único. El agua circula a través del sistema de calentamiento solar y el vapor generado se separa del agua y se descarga a través de la salida de vapor mediante el separador.
- El conducto de recirculación conduce el agua separada desde el separador a la entrada del sistema de calentamiento. El agua separada del separador es suministrada al sistema de calentamiento junto con el agua originada a partir de la entrada de agua del circuito de vapor de agua. La entrada de agua del circuito es una primera fuente de agua y la salida de agua del separador es una segunda fuente de agua para el sistema de calentamiento solar. De forma ventajosa, la capacidad de control de la cantidad del agua suministrada al sistema de calentamiento se mejora suministrando al sistema de calentamiento solar desde las dos fuentes de agua. Un flujo de masa total del agua es suministrado al sistema de calentamiento solar originado desde las dos fuentes de agua, en las cuales la relación entre un primer flujo de masa de agua de la primera fuente de agua y un segundo flujo de masa de agua de la segunda fuente de agua es controlable. En caso de que se detecte una contaminación en el primer flujo de masa es posible reducir el primer flujo de masa para prevenir el daño del sistema de calentamiento solar.
- Además, la planta solar comprende una instalación de depuración de agua, que está provista de una entrada de agua para limpiar el agua, en particular el agua de retorno del objeto y para suministrar agua limpia al circuito de vapor de agua, y un precalentador para precalentar el agua suministrada. El precalentador está situado aguas arriba del sistema de calentamiento solar. El precalentador puede tener una salida de precalentamiento que está en comunicación fluida con el sistema de calentamiento solar y una entrada de precalentamiento que está en comunicación fluida con la instalación de depuración. De forma ventajosa, la eficiencia de la planta solar puede aumentarse adicionalmente mediante la implementación del precalentador.
- En un modo de realización de la planta solar, de acuerdo con la invención, el agua de retorno del objeto es reciclada en el circuito de vapor de agua. En regiones secas tales como desiertos, la disponibilidad de luz solar es alta, pero la disponibilidad de agua es baja. Por esta razón, es ventajoso instalar la planta solar en dicha regiones y reciclar el agua.
- En un modo de realización, se proporcionan medios de monitorización y control para controlar la velocidad de flujo de masa de la salida de agua del separador y/ o la velocidad de flujo de masa del agua que se origina en la entrada de agua. Si se detecta que el flujo de agua de la entrada de agua del circuito está contaminado por encima de un nivel admisible, es posible controlar la concentración de contaminantes en el flujo de agua al sistema de calentamiento solar, controlando la relación de agua suministrada desde el conducto de recirculación con respecto al agua suministrada que se origina en la entrada de agua. En particular, el separador puede servir como una reserva de agua para compensar las variaciones en el flujo de masa. Por la presente, el sistema de calentamiento solar puede ser protegido contra un nivel demasiado alto de contaminantes en el agua que pasan al sistema de calentamiento solar.
- En un modo de realización de la planta solar, la planta solar está implementada en una planta industrial, por ejemplo, una refinería para metales, sal, azúcar, petróleo, gas, etc. la invención además se refiere a una planta industrial que comprende una planta solar de acuerdo con la reivindicación 1.
- La planta solar es, en particular, una planta de recuperación de petróleo mejorada (EOR). La planta solar EOR comprende un pozo de inyección de vapor para inyectar vapor en el yacimiento de petróleo y un pozo de petróleo para recibir el petróleo del yacimiento de petróleo. La salida de vapor del circuito está conectada al pozo de inyección de vapor y la entrada de agua del circuito está conectada al yacimiento de petróleo. La salida de vapor puede estar conectada a un pozo de inyección de vapor. La salida de vapor puede estar dispuesta para inyectar vapor en la formación. La entrada de agua puede estar conectada a un separador agua-petróleo para separar el agua del petróleo que se origina a partir del yacimiento de petróleo. El agua es separada del petróleo producido y retornada al circuito de vapor de agua.
- En un modo de realización del sistema de calentamiento solar de la planta de energía solar, de acuerdo con la invención, la radiación incidente puede ser utilizada para calentar un tubo de intercambio de calor del sistema de calentamiento solar. El tubo de intercambio de calor conduce la mezcla de vapor de agua y es parte del circuito de vapor de agua. Por la presente, la luz solar que incide directamente calienta la mezcla de vapor de agua. No es

5 necesaria una transferencia de calor adicional a otro circuito mediante intercambiadores de calor para tener el vapor que es descargado a través de la salida de vapor. Se evitan las pérdidas térmicas provocadas por las unidades de intercambio de calor. Debido al calentamiento directo del agua en el circuito que tiene lugar en una etapa, se puede lograr una eficiencia más alta de la planta solar. El tiempo de puesta en marcha de la planta solar disminuye y por tanto el tiempo de funcionamiento disponible de la planta solar aumenta. De forma adicional, la inversión de capital para implementar la planta solar se reduce.

10 En un modo de realización de la planta solar, de acuerdo con la invención, la planta solar comprende una instalación de depuración de agua que está dispuesta en la entrada de agua para limpiar el agua, en particular el agua de retorno del objeto y para suministrar agua limpia al circuito de vapor de agua. En un modo de realización, la instalación de depuración de agua tiene una reserva de agua para almacenar el agua que se origina del objeto. El agua de retorno es purificada primero, antes de ser almacenada en la reserva de agua. La reserva de agua está en comunicación fluida conectada a la entrada de agua del circuito de vapor de agua. El agua es suministrada desde la reserva de agua al circuito de vapor de agua. De forma ventajosa, la reserva de agua sirve como una instalación de respaldo para el agua limpia. Si una contaminación de agua de retorno está por encima del nivel admisible, la reserva de agua proporciona una reducción de la concentración de la contaminación. De forma adicional, la reserva de agua proporciona un tiempo de retardo antes de que el agua contaminada entre en el circuito de vapor de agua. Durante el tiempo de retardo, un operario tiene la oportunidad de reparar un mal funcionamiento de la instalación de depuración. De forma adicional, la implementación de la reserva de agua sólo requiere una inversión de capital limitada para tener una instalación de depuración que cumpla con requerimientos de depuración más elevados.

20 En un modo de realización de la planta solar, de acuerdo con la invención, la instalación de depuración de agua tiene medios de monitorización para detectar una contaminación admisible del agua, en particular, del agua suministrada a la reserva de agua. En particular, los medios de monitorización son medios de monitorización en tiempo real que tiene la posibilidad de conectarse online a una unidad de control. De forma ventajosa, un fallo de la instalación de depuración de agua es detectada más pronto. La detección más temprana del fallo limita la cantidad de agua contaminada que fluye en el circuito de vapor de agua. De forma ventajosa, el agua menos contaminada fluye en el sistema de calentamiento solar, lo cual reducirá su contaminación.

30 En un modo de realización de la planta solar de acuerdo con la invención, la instalación de depuración de agua tiene un dispositivo de depuración que incluye una salida de drenado para drenar el agua contaminada fuera de la reserva de agua. De forma ventajosa, el agua de retorno contaminada puede ser drenada antes de que entre en la reserva de agua. La reserva de agua puede tener medios de desconexión, por ejemplo una válvula de detención para cerrar el paso desde el dispositivo de depuración a la reserva de agua.

35 En un modo de realización de la planta solar de acuerdo con la invención, la planta solar comprende un precalentador para precalentar el agua suministrada. El precalentador está situado aguas arriba del sistema de calentamiento solar. El precalentador puede tener una salida de precalentamiento que está en comunicación fluida con el sistema de calentamiento solar y una entrada de precalentamiento que está en comunicación fluida con la instalación de depuración. El separador de la planta solar puede tener un conducto de extracción para descargar el agua contaminada. El agua descargada desde el separador tiene una temperatura relativamente alta. El conducto de extracción puede estar conectado al precalentador para transferir el agua residual desde el separador, a través del conducto de extracción, al precalentador. De forma ventajosa, la eficiencia de la planta solar puede aumentarse adicionalmente mediante la implementación del precalentador.

45 En un modo de realización, el sistema de calentamiento solar es un sistema de enfoque en un punto. En el sistema de enfoque en un punto la luz solar es reflejada a un punto. El sistema de enfoque en un punto comprende un campo de heliostatos para reflejar la radiación solar y una torre solar para recibir la radiación solar reflejada desde los heliostatos. El sistema de calentamiento solar comprende un evaporador y una torre solar, en donde el evaporador está montado sobre la torre solar. El evaporador comprende un panel de recepción para recibir la radiación solar incidente. El panel de recepción incluye al menos un conjunto de tubos de transferencia de calor. El separador de la planta solar puede también estar montado sobre la torre solar. Los tubos de transferencia de calor están orientados en dirección ascendente, en particular vertical. De forma ventajosa, los tubos de transferencia de calor dirigidos en dirección ascendente son menos susceptibles de tener un mal funcionamiento y perturbaciones causadas por el vapor creciente. Los tubos de transferencia de calor de un panel solar están en comunicación fluida conectados entre sí mediante un cabezal. El panel solar tiene al menos un conector para una limpieza química del interior del panel solar para eliminar partículas producidas por las incrustaciones. La limpieza química es un proceso de limpieza en el que los tubos de intercambio de calor son enjuagados con una solución química. En la limpieza química es utilizado un agente de limpieza para limpiar los tubos de intercambio de calor. En particular la limpieza química es una limpieza ácida. Minerales y silicatos están disueltos en la solución y se retiran de las superficies metálicas de los tubos de intercambio de calor. Los conectores pueden ser conectores permanentes que están disponibles de forma permanente en el panel solar. De forma ventajosa, la posibilidad de limpiar de un modo químico en lugar de un modo mecánico conocido comúnmente incluye un lanzamiento de unos resultados malos en una configuración simplificada del panel solar.

5 En un modo de realización de la planta solar de acuerdo con la invención, el sistema de calentamiento solar es un sistema de enfoque en un punto que comprende un campo de helióstatos y una torre solar, para recibir los rayos solares reflejados desde los helióstatos, en donde la torre solar tiene un evaporador que comprende al menos un panel de intercambio de calor solar para recibir la radiación solar incidente para evaporar el agua suministrada. El separador está diseñado para permitir altas cargas térmicas de alrededor de 600 kW/m^2 . El evaporador es del tipo de circulación, de manera que el agua suministrada pasa varias veces a través del evaporador. Por tanto, en lugar de un evaporador del tipo de un solo paso, el evaporador es de un tipo circulante. El evaporador comprende un separador de evaporador que está en comunicación fluida conectado con al menos un panel de evaporador, en donde una salida de agua del separador de evaporador está conectada a un conducto de suministro de al menos un panel de evaporador. De forma ventajosa, la circulación proporciona menos carga térmica y reduce un riesgo de incrustaciones.

10 Además, la invención se refiere a un método de acuerdo con la reivindicación 8. El método de acuerdo con la invención es un método para la producción de vapor, en particular para llevar a cabo una recuperación de petróleo mejorada (EOR) terciaria que comprende las etapas de proporcionar una planta solar de acuerdo con la invención y hacer funcionar la planta solar.

15 La planta solar proporcionada de acuerdo con la invención está definida mediante la reivindicación 1, tal y como se ha descrito anteriormente. En el método de acuerdo con la invención una relación entre la velocidad de flujo de masa del agua suministrada al sistema de calentamiento solar que se origina a partir del separador que es alimentada mediante el conducto de recirculación y una velocidad de flujo de masa del agua suministrada que se origina a partir de la entrada de agua del circuito es al menos un factor cinco. Una relación de un factor cinco proporciona de por sí un efecto positivo en que el sistema de calentamiento solar está menos contaminado. En particular la relación de las velocidades de flujo de masa es al menos un factor 5, más en particular al menos un factor 8 y, de forma preferente, al menos un factor 10. Se reduce un efecto negativo de las contaminaciones en el agua suministrada desde la entrada de agua en el evaporador del sistema de calentamiento solar. Las contaminantes del agua suministrada desde la entrada de agua pueden ser, por ejemplo, minerales que tienden a pegarse y cocerse en el interior del evaporador. Esta forma de contaminantes es conocida como incrustaciones. Debido a una velocidad de flujo de masa aumentada a través del evaporador, el evaporador del sistema de calentamiento solar es menos susceptible de estar contaminado.

20 En un modo de realización del método de acuerdo con la invención, el vapor generado es suministrado a un objeto y el agua es extraída desde el objeto para retornar el agua obtenida en la planta solar. El agua es reciclada lo cual es ventajoso en regiones secas.

25 En un modo de realización del método de acuerdo con la invención, el agua purificada en la entrada de agua del circuito de vapor de agua es almacenada en una reserva de agua de la instalación de depuración o del separador antes de que se suministre el agua al circuito. El almacenamiento del agua purificada proporciona un tiempo de retardo antes de que el agua entre en el circuito de vapor de agua de la planta solar. El tiempo de retardo puede ser utilizado por un operario para reparar un mal funcionamiento de la instalación de depuración de agua.

30 En un modo de realización del método de acuerdo con la invención, la cantidad de contaminación de agua de la instalación de depuración es monitorizada en línea y en tiempo real. En particular, es monitorizada la calidad del agua que es suministrada a la reserva de agua. De este modo, se genera una alerta cada cierto tiempo en caso de que el agua suministrada contenga demasiada contaminación. En el caso en que se detecte un suministro de agua contaminada mediante los medios de monitorización, el método de acuerdo con la invención puede comprender una etapa en la que la reserva de agua es desconectada de una salida del dispositivo de depuración. La reserva de agua puede permanecer abierta al circuito de vapor de agua, de manera que el circuito de vapor de agua es alimentado todavía por la reserva de agua.

35 Durante la vida útil de la planta solar, el sistema de calentamiento solar necesita ser limpiado. Contaminaciones tales como minerales en el agua suministrada pueden causar incrustaciones en el evaporador. En un modo de realización del método de acuerdo con la invención, el método comprende una etapa, en la que una limpieza química es utilizada para limpiar el evaporador del sistema de calentamiento solar. En particular, la limpieza química es una limpieza ácida. Una solución adecuada que incluya ingredientes químicos es vaciada a través del evaporador para disolver los minerales y silicatos cocinados y para retirarlos después del evaporador.

40 De forma ventajosa, utilizando un proceso de limpieza química, la configuración del evaporador puede ser relativamente simple en comparación con una limpieza mecánica en la cual es necesaria una estación de lanzamiento y una estación de recepción para un limpiador de conductos.

45 Además, la invención se refiere a un uso de la planta solar de acuerdo con la invención, para la recuperación de petróleo mejorada térmicamente, de acuerdo con la reivindicación 14. La planta solar prevista de acuerdo con la invención es definida mediante la reivindicación 1 tal y como se describió anteriormente. En dicho uso, la salida de vapor está en comunicación fluida conectada a una formación en el terreno a través de un pozo de inyección de

vapor para inyectar vapor a la formación. La entrada de agua está dispuesta de forma preferente para retornar el agua desde la formación en el terreno en el circuito de vapor de agua.

Otros modos de realización adicionales son definidos en las reivindicaciones dependientes.

5 La invención se explicará con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos. Los dibujos muestran un modo de realización práctico de acuerdo con la invención, el cual no debe ser interpretado como que limita el alcance de la invención. Características específicas también pueden ser consideradas aparte, a partir del modo de realización mostrado y pueden ser tomadas en cuenta en un contexto más amplio como una característica delimitadora, no sólo para el modo de realización mostrado sino como una característica común para todos los modos de realización que caen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas, en las cuales:

10 La figura 1 muestra una vista esquemática de un modo de realización preferido de una planta solar, de acuerdo con la invención; y

La figura 2 muestra una vista esquemática de un modo de realización alternativo de una planta solar, de acuerdo con la invención.

15 La figura 1 muestra en una vista esquemática de una planta 1 solar como la conocida, de un modo similar, a partir de por ejemplo WO 2010/132849. La planta 1 solar es una planta la cual utiliza la energía solar para generar vapor. La planta 1 solar comprende un circuito 2. El circuito 2 es un circuito continuo simple para conducir una mezcla de vapor de agua desde y hasta un yacimiento de petróleo. El circuito 2 tiene una entrada 2a de agua para suministrar agua al circuito 2 y una salida 2b de agua para descargar el vapor a un objeto. En este caso, el objeto es un yacimiento de petróleo. El vapor es descargado al yacimiento de petróleo y el agua es recuperada del yacimiento de petróleo. El agua en la entrada 2a de agua es originada a partir del yacimiento de petróleo 'O' y es reciclada en el circuito 2. El agua es limpiada del petróleo obtenido mediante un separador petróleo-agua y suministrada al circuito 2.

25 En la entrada de agua 2a, el agua del yacimiento de petróleo "O" se suministra a una instalación 3 de depuración de agua. La instalación 3 de depuración de agua comprende un dispositivo 3a de depuración y una reserva 3b de agua. En la instalación 3 de depuración de agua, el agua es limpiada mediante el dispositivo 3a de depuración de contaminaciones tales como minerales o residuos de petróleo. El agua limpia del dispositivo 3a de depuración es almacenada en la reserva 3b de agua antes de que sea conducida posteriormente al circuito 2 y suministrada al sistema 4 de calentamiento solar.

30 La reserva 3b de agua tiene un espacio de almacenamiento, una entrada de la reserva de agua para suministrar agua al espacio almacenamiento y una salida de la reserva de agua para descargar agua desde el espacio de almacenamiento. La reserva de agua está provista de medios de monitorización para monitorizar la calidad del agua suministrada. Los medios de monitorización están conectados en línea a una unidad de control y están dispuestos para medir la calidad del agua suministrada en tiempo real. La entrada de la reserva de agua tiene una válvula de detención para desconectar la entrada de agua en caso de que el agua suministrada tenga un alto grado de contaminación, como resultado de un mal funcionamiento del dispositivo 3a de depuración. El agua contaminada puede ser drenada mediante un conducto 3c de drenaje para abandonar el circuito 2 o retornar a la entrada del dispositivo 3a de depuración.

40 Durante el mal funcionamiento, el circuito de vapor de agua puede aún ser alimentado con agua limpia de la reserva 3b de agua que permite a la planta solar permanecer en funcionamiento. Mientras tanto, un operario tiene la oportunidad de reparar el mal funcionamiento del dispositivo de depuración. Debido a la reserva 3b de agua disponible en la instalación 3 de depuración de la planta solar, es posible hacer funcionar la planta solar con un grado de agua limpia más alto durante un largo tiempo. Previendo de dicha manera una contaminación accidental de la mezcla de vapor de agua, la cantidad de operaciones de limpieza se puede reducir y se pueden evitar las incrustaciones de los evaporadores.

45 El circuito 2 tiene una parte circulante que está indicada mediante una flecha. La parte circulante comprende el sistema 4 de calentamiento solar y un separador 5. El sistema 4 de calentamiento solar es un sistema de calentamiento en el cual se utiliza radiación solar para calentar un medio de flujo suministrado. Aquí el medio de flujo es una mezcla de vapor de agua.

50 El sistema 4 de calentamiento solar puede ser un campo solar que comprenda un campo de espejos, denominados helióstatos, y una torre solar. La luz solar es reflejada por los helióstatos y enfocada a un punto de la torre solar. La torre solar comprende un evaporador que comprende al menos un panel receptor para evaporar el agua suministrada, en vapor. El panel receptor de la torre solar puede tener una capacidad de aproximadamente 600 kW/m². El panel receptor comprende un conjunto de tubos de transferencia de calor dirigidos en dirección ascendente. Una mezcla de vapor de agua abandona el evaporador del sistema 4 de calentamiento solar a través de una salida 4b del sistema de calentamiento y es conducida al separador 5.

5 El separador 5 está dispuesto para separar el agua del vapor en la mezcla de vapor de agua suministrada. El separador tiene una entrada 5a de vapor de agua que está en comunicación fluida con la salida 4b del sistema de calentamiento para recibir la mezcla de vapor de agua desde el sistema de calentamiento solar. El separador 5 tiene una salida 5b de vapor del separador que está en comunicación fluida con la salida 2b del circuito 2. A través de la salida 2b de vapor, el vapor es inyectado en el yacimiento de petróleo 'O'. El separador 5 tiene además un conducto 5d de extracción para drenar el medio de flujo a una descarga de agua.

10 El separador 5 tiene una salida 5c de agua del separador para descargar el agua separada. La salida 5c de agua del separador está conectada a un conducto 21 de recirculación. El conducto 21 de recirculación está, a través de un conducto 22 de extensión, en comunicación fluida con la entrada 4a del sistema de calentamiento y retorna el agua separada al sistema 4 de calentamiento solar. Por lo tanto, el sistema de calentamiento es suministrado con agua que es originada desde el separador 5, que es un primer flujo I de agua, y desde la reserva 3b de agua, que es un segundo flujo II de agua. Debido a la parte de circulación presente del circuito, el sistema 4 de calentamiento solar es del tipo de circulación en lugar de un tipo de solo paso. El sistema de calentamiento solar es del tipo de solo paso en lugar de un tipo de paso múltiple, lo que significa que el medio de flujo pasa durante el paso a través del evaporador del sistema de calentamiento solar en una única etapa a través de la fuente de calor. El agua circula a través del sistema de calentamiento solar hasta que el agua se convierte en vapor. La velocidad de flujo de masa de agua I que se origina desde el separador 5 es más alta que la velocidad de flujo de masa del agua II que se origina desde la reserva 3b de agua de la instalación de depuración. En particular la velocidad de flujo de masa del agua I que se origina desde el separador 5 es un factor 10 veces más alto que la velocidad del flujo de masa del agua II que se origina desde la reserva 3b de agua. Cuanto mayor es el flujo de masa de agua a través del sistema de calentamiento solar, de forma ventajosa, se evitan las incrustaciones en el evaporador.

25 Las figuras 1 y 2 muestran dos conexiones de fluido alternativas de la entrada 2a de agua al sistema 4 de calentamiento solar. En la figura 1, la entrada 2a de agua está en comunicación fluida, indirectamente, con el sistema 4 de calentamiento solar, a través de un separador 5 y en la figura 2, la entrada 2a de agua está en comunicación fluida, directamente, con el sistema 4 de calentamiento solar.

30 Tal y como se muestra en la figura 1, la reserva 3b de agua está integrada en la instalación 3 de depuración de agua. El agua de la reserva 3b de agua es suministrada a una parte (21, 22, 23) de circulación del circuito 2, a través de un separador 5, a través de una entrada 5e de separador auxiliar. La parte de circulación del circuito 2 está formada por un conducto 21 de recirculación y un conducto 22 de extensión conectados al sistema de calentamiento solar y un conducto 23 intermedio que forma una conexión desde el sistema 4 de calentamiento solar al separador 5. Los conductos 21, 22 de recirculación y de extensión pueden estar dispuestos como un único conducto 21, 22 que se extiende desde el separador 5 hasta el sistema de calentamiento solar. El agua que es suministrada a través de la entrada 5e del separador auxiliar se mezcla con un volumen de agua en el separador 5, antes de que el volumen de agua sea conducido a través de la parte de circulación del circuito 2. De forma ventajosa, la mezcla compensa, al menos parcialmente, la diferencia térmica entre el agua suministrada y el agua presente en el circuito.

40 Tal y como se muestra en la figura 1, la reserva 3b de agua está integrada en la instalación 3 de depuración de agua. De forma ventajosa, el agua contaminada en la reserva de agua puede ser drenada, antes de que el agua entre en el circuito. De forma alternativa, la reserva 3b de agua puede estar integrada en el separador 5, lo cual permite una configuración más simple de la planta solar. En un modo de realización alternativo adicional, la reserva 3b de agua puede estar prevista como una unidad independiente.

45 En la figura 2, el agua de la salida 3b de la reserva de agua de la instalación 3 de depuración de agua es conducida directamente al sistema 4 de calentamiento solar. El agua pasa a través de un precalentador 6, antes de entrar en el sistema de calentamiento solar, a través de una entrada 4a del sistema de calentamiento. El precalentador 6 está dispuesto para precalentar el agua suministrada. El precalentador 6 está situado aguas arriba del sistema 4 de calentamiento solar. El precalentador 6 tiene una entrada 6a de precalentamiento que está en comunicación fluida con la instalación de depuración y una salida 6b de precalentamiento que está en comunicación fluida con el sistema de calentamiento solar. El separador 5 de la planta 1 solar tiene un conducto de descarga para descargar el medio fluido, en particular un conducto 5d de extracción para descargar el agua contaminada o redundante. De forma alternativa, el conducto de descarga es un conducto 21 de recirculación. El agua descargada del separador tiene una temperatura relativamente alta. El conducto 5d de descarga está conectado térmicamente al precalentador para transferir el calor residual desde el separador 5 al precalentador 6. De forma ventajosa el agua suministrada desde la entrada 2a de agua es recalentada, se reducen las perturbaciones térmicas y se aumenta la eficiencia de la planta solar.

55 Aunque la invención ha sido divulgada con referencia al modo de realización particular de la figura 2, de la lectura de esta descripción por los expertos en la materia se puede apreciar que pueden ser posibles cambios y modificaciones desde un punto de vista técnico. Se entenderá por los expertos en la materia que se pueden realizar distintos cambios y se pueden sustituir equivalentes por elementos de los mismos, sin alejarse del alcance de la invención, tal y como se ha definido en las reivindicaciones adjuntas. Se pueden realizar modificaciones para adaptar una situación o material particulares a las enseñanzas de la invención sin alejarse del alcance esencial de la misma. Por lo tanto se pretende que esta invención no esté limitada al modo de realización dado a conocer en la descripción

detallada anteriormente, sino que esta invención podrá incluir todos los modos de realización que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Por consiguiente, la invención proporciona una planta solar y un método para su funcionamiento que proporciona una alta eficiencia y proporciona una configuración sencilla para llevar a cabo una recuperación de petróleo mejorada terciaria.

5

REIVINDICACIONES

1. Planta (1) solar en la que durante su funcionamiento se utiliza energía solar para generar vapor, en la que la planta (1) comprende un circuito (2) para conducir una mezcla de vapor de agua, en la que el circuito (2) tiene una salida (2b) de vapor para descargar vapor a un objeto, en particular para inyectar vapor en un yacimiento de petróleo (O), y una entrada (2a) de agua para suministrar agua al circuito, de tal manera que el agua es suministrada en el circuito (2),
- 5
- en la que la planta (1) solar comprende un sistema (4) de calentamiento solar para el calentamiento de la mezcla de vapor de agua en el circuito (2), en la que el sistema (4) de calentamiento solar tiene una entrada (4a) del sistema de calentamiento, la cual está en comunicación fluida con la entrada (2a) de agua del circuito (2) para recibir agua desde la entrada (2a) de agua y una salida (4b) del sistema de calentamiento, la cual está en comunicación fluida con la salida (2b) de vapor del circuito para descargar la mezcla de vapor de agua a la salida de vapor,
- 10
- en la que la planta (1) solar comprende un separador (5) para separar el agua del vapor, en la que el separador (5) está dispuesto aguas abajo del sistema (4) de calentamiento solar, en la que, separador (5) tiene una entrada (5a) de vapor de agua del separador la cual está en comunicación fluida con la salida (4b) del sistema de calentamiento para recibir la mezcla de vapor de agua desde el sistema (4) de calentamiento solar, una salida (5b) de vapor del separador la cual está en comunicación fluida con la salida (2b) de vapor del circuito (2) y una salida (5c) de agua del separador que está, a través de un conducto (21) de recirculación, en comunicación fluida con la entrada (4a) del sistema de calentamiento solar
- 15
- caracterizada porque
- 20
- una instalación (3) de depuración de agua está provista en la entrada (2a) de agua para limpiar el agua de retorno del objeto y para suministrar agua limpia en el circuito (2),
 - un precalentador (6) para precalentar el agua suministrada está situado aguas arriba del sistema (4) de calentamiento solar, cuyo precalentador (6) tiene una entrada (6a) de precalentamiento que está en comunicación fluida con la instalación (3) de depuración de agua y una salida (6b) de precalentamiento que está en comunicación fluida con el sistema (4) de calentamiento solar,
- 25
- y en la que el separador (5) tiene un conducto (5d) de descarga para descargar agua, cuyo conducto (5d) de descarga está conectado al precalentador (6) para transferir el calor residual desde el separador (5), a través del conducto de descarga, al precalentador (6).
- 30
2. Planta solar de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la planta solar es una planta solar de recuperación de petróleo mejorada (EOR) que comprende al menos un pozo de inyección de vapor para inyectar vapor en un yacimiento de petróleo (O) y al menos un pozo de petróleo para recibir el petróleo desde el yacimiento de petróleo.
3. Planta solar de acuerdo con la reivindicación 1, en la que se proporciona una reserva (3b) de agua para almacenar agua depurada que se origina de la formación.
- 35
4. Planta solar de acuerdo con las reivindicaciones 2 a 3, en la que la instalación (3) de depuración de agua tiene medios de monitorización para detectar una contaminación inadmisibles del agua.
5. Planta solar de acuerdo con la reivindicación 4, en la que los medios de monitorización son medios de monitorización en tiempo real que son conectables en línea a una unidad de control.
6. Planta solar de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, en la que la instalación (3) de depuración de agua tiene un dispositivo (3a) de depuración que incluye una salida (3c) de drenaje para drenar el agua contaminada.
- 40
7. Planta solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el sistema (4) de calentamiento solar es un sistema de enfoque en un punto que comprende un campo de helióstatos y una torre solar para recibir la luz del sol reflejada desde los helióstatos, en la que la torre solar tiene un evaporador que comprende al menos un panel de intercambio térmico solar para recibir los rayos solares incidentes para evaporar el agua suministrada, en la que el evaporador es del tipo de un solo paso, de manera que el agua suministrada pasa en una etapa a través de la luz del sol reflejada durante un paso a través del evaporador.
- 45
8. Método para generar vapor mediante energía solar, en particular para llevar a cabo una recuperación de petróleo mejorada (EOR) terciaria, que comprende las etapas de proporcionar una planta (1) solar de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la relación entre la velocidad de flujo de masa del agua (I) suministrada al sistema (4) de calentamiento solar que se origina desde el separador (5) que es alimentada mediante el conducto (21) de recirculación y la velocidad de flujo de masa del agua (II) suministrada que se origina desde la entrada (2a) de agua del circuito es al menos un factor 5, en particular un factor 8, más en particular un factor 10.
- 50

ES 2 600 516 T3

9. Método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el vapor generado es suministrado a un objeto (O) y el agua es extraída del objeto (O) para retornar el agua obtenida en la planta (1) solar de manera que el agua es reciclada.
10. Método de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, en el que el agua depurada en la entrada (2a) de agua del circuito (2) es almacenada en una reserva (3b) de agua, antes de conducir el agua en el circuito (2).
- 5 11. Método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la cantidad de contaminación del agua suministrada a la reserva de agua es monitorizada en línea y en tiempo real.
12. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 11, en el que la reserva (3b) de agua es desconectada de una salida de un dispositivo (3a) de depuración de la instalación (3) de depuración, en caso de que se detecte un suministro de agua contaminada por los medios de monitorización, en el que el circuito (2) es todavía alimentado por la reserva (3b) de agua.
- 10 13. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que se utiliza un proceso de limpieza química para limpiar un evaporador del sistema (4) de calentamiento solar.
14. Uso de la planta solar de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 para la recuperación de petróleo mejorada (EOR) térmicamente, en donde la salida (2b) de vapor de la planta solar está en comunicación fluida conectada a una formación para inyectar vapor en la formación y una entrada de agua para retornar agua desde la formación en el circuito de vapor de agua.
- 15

FIG 1

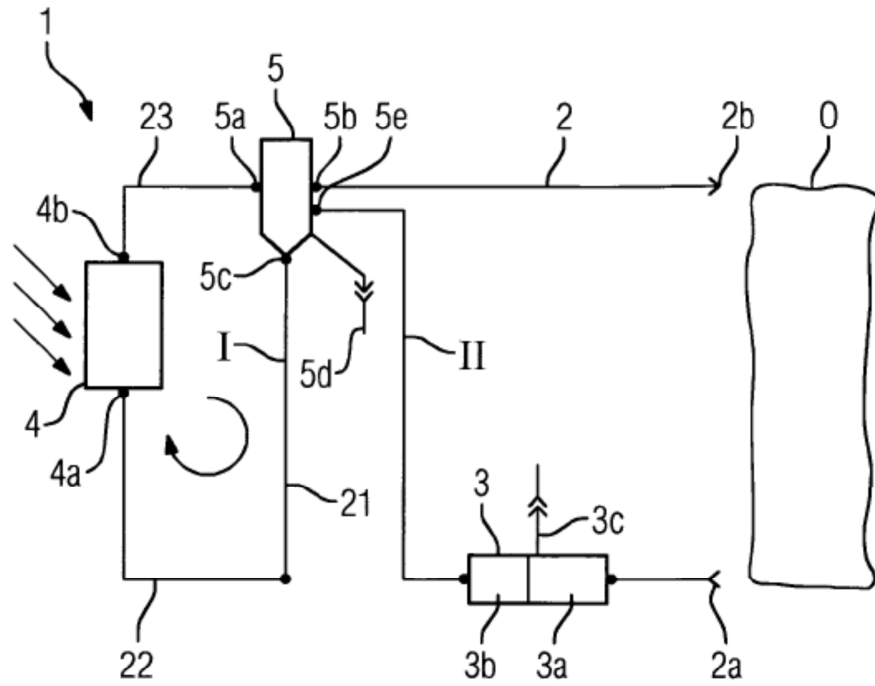


FIG 2

