

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 721 645**

51 Int. Cl.:

B01D 3/34 (2006.01)
B01D 3/38 (2006.01)
B09B 3/00 (2006.01)
E21B 21/01 (2006.01)
E21B 21/06 (2006.01)
F26B 3/36 (2006.01)
F26B 11/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.04.2015 PCT/NO2015/000006**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **15.10.2015 WO15156677**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.04.2015 E 15722600 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019 EP 3129117**

54 Título: **Método de tratamiento de un material**

30 Prioridad:

11.04.2014 GB 201406538

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.08.2019

73 Titular/es:

**THERMTECH HOLDINGS AS (100.0%)
Jacob Kjødesevei 115
5232 Paradis, NO**

72 Inventor/es:

**BIKASS, SAEED;
MONSEN, STEIN-KYRRE y
MICHELSEN, ERIK**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 721 645 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

Método de tratamiento de un material

Antecedentes de la invención

5 La presente invención se refiere a un método de tratamiento de un material tal como un compuesto para retirar y típicamente recuperar petróleo del material. El método de la invención resulta particularmente apropiado para recubrir hidrocarburos de una mezcla de hidrocarburos y líquidos acuosos. En determinados aspectos, la invención también puede resultar útil para recuperar petróleo de una mezcla de materiales que contienen sólidos (por ejemplo, arena, vidrio y piezas metálicas), líquidos (por ejemplo, hidrocarburos en fase fluida, con fases acuosas que contienen agua) y gases. En determinados ejemplos, el método de la invención hace referencia a la recuperación de fracciones de petróleo a partir de material residual. Por ejemplo, la retirada o recuperación de fluidos de producción que emanan del lodo del pozo o perforación añadidos al pozo, de los detritos de perforación recuperados a partir de los pozos de gas, típicamente pero exclusivamente generados por las operaciones de perforación e intervención en el pozo.

15 La retirada o recuperación de las fracciones de petróleo a partir de materiales tales como productos residuales resulta útil en el procesado de residuos generados por medio de perforación en pozos de petróleo o gas. Cuando se perfora un pozo de petróleo o gas en el interior de una formación que contiene hidrocarburos valiosos objeto de recuperación, el proceso de perforación genera detritos de perforación (pequeños fragmentos de roca etc.) que se lavan hasta la superficie y se recuperan del pozo por medio de la circulación del lodo de perforación en el pozo. Además del lavado de los detritos de perforación hasta la superficie, el lodo de perforación (también denominado fluido de perforación) se usa para enfriar la broca de perforación y para aguantar las erupciones durante la operación de perforación. Los detritos de perforación recuperados en la superficie normalmente están contaminados por hidrocarburos procedentes del yacimiento, que permean la roca que se drena con el fin de formar el taladro, y también por medio del lodo de perforación que se bombea hacia la parte inferior del orificio con el fin de lavar los detritos fuera del pozo. La contaminación de los detritos por parte del lodo de perforación y los hidrocarburos que permean los detritos son restos actualmente presentes para el operador, debido a que las consideraciones ambientales dictan que es preciso recuperar los hidrocarburos que contaminan los detritos o reducirlos por debajo del umbral antes de eliminar los detritos de forma segura. Además, se pueden generar ahorros eficientes por medio del reciclaje del lodo de perforación usado para el uso posterior en ciclos futuros, y mediante la recuperación de los hidrocarburos en los detritos de perforación para exportarlos fuera del pozo con otros fluidos de producción valiosos. Por tanto, resulta útil separar y típicamente recuperar los materiales petrolíferos que contaminan los detritos de perforación residuales antes de la eliminación de los detritos.

20 Se conocen diversos métodos para la retirada de los contaminantes petrolíferos de los detritos de perforación. Las siguientes publicaciones son útiles para la comprensión de la invención: Documentos US 2004/0144405; US 6485631; US 5724751; US 4869810; US 5607558; US 6485631; y EP 0781313.

25 Los documentos WO89/09638; US2005/0145418 y US 2004/0149395 también son útiles para la comprensión de la invención.

30 Típicamente, los métodos anteriores de separación de hidrocarburos a partir del material residual implican el calentamiento del residuo en la cámara de un horno rotatorio para evaporar las diversas fracciones a partir de los detritos como gases, y para separar los hidrocarburos de la mezcla de vapores por medio de destilación. Típicamente, resulta deseable evaporar los hidrocarburos a temperaturas menores de sus puntos de ebullición atmosféricos para evitar el cambio de las características moleculares o "craqueo" de los hidrocarburos, para que se puedan exportar más hidrocarburos de cadena larga valiosos recuperados a partir del proceso de destilación a partir del pozo junto con otros fluidos de producción valiosos para el procesado aguas abajo y el refinado.

Sumario de la invención

35 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método de tratamiento de un material tal y como en la reivindicación 1.

40 Típicamente, el petróleo se mezcla con el material, y típicamente contamina el material. La evaporación del petróleo típicamente produce vapor de petróleo y el vapor de petróleo se retira típicamente del material con los fluidos en fase gas. Típicamente, el petróleo se separa de los fluidos en fase gas en una etapa de separación por separado tal como destilación, que típicamente tiene lugar tras la evaporación del petróleo y la retirada de los fluidos en fase gas a partir del material.

45 Típicamente, el material puede comprender sólidos, líquidos y/o gases en cualquier proporción. Opcionalmente, el material puede comprender detritos de perforación, suelos contaminados con petróleo, tierras de blanqueo, lodos procedentes de tanques de petróleo, esquistos de petróleo y residuos de pescado. Típicamente, el material puede comprender un compuesto.

50 Típicamente, el material que se trata en la cámara se calienta, típicamente antes, durante o después de la inyección de vapor caliente. Típicamente, el material que se trata en la cámara se calienta por medio de fricción dentro de la

cámara. Típicamente, el vapor caliente intercambia energía térmica con (por ejemplo, el vapor caliente pierde energía térmica) el material que se trata en la cámara.

5 Típicamente, el vapor caliente se puede formar por medio de vaporización de un líquido de forma que cambie de fase a una fase gas. Típicamente, el vapor se obtiene elevando la temperatura del líquido hasta su punto de ebullición de forma que hierva y se vaporice. Típicamente, el vapor caliente se produce a partir de una sustancia que está típicamente en forma líquida a presión atmosférica, por ejemplo, aproximadamente a 101 kPa y a temperatura ambiente, por ejemplo, 25 °C. Típicamente, el vapor caliente se produce por medio de calentamiento del líquido por encima de su punto de ebullición a presión atmosférica. Típicamente, el líquido comprende agua, y típicamente el vapor caliente comprende vapor de agua, pero se pueden usar otros vapores formados por otros líquidos en diferentes ejemplos de la invención.

10 Típicamente, el petróleo se puede separar de los fluidos en fase gas retirados de la cámara de destilación. Típicamente, el dispositivo de destilación se puede conectar a una salida de la cámara, a través de la cual se pueden retirar opcionalmente los fluidos en fase gas.

15 Típicamente, la cámara puede tener más de una salida, y se puede conectar el mismo dispositivo de separación (o uno por separado) tal como un dispositivo de destilación a cada salida.

La inyección de vapor de agua y/u otro vapor procedente de cualquier otro proceso y/o del presente proceso en el interior de la cámara puede reutilizar la energía térmica del interior de la cámara. La reutilización del vapor disponible procedente de otros procesos y el consumo de menos energía para calentar el material puede aumentar la eficiencia del proceso. A continuación, el proceso no consume energía para formar el vapor (o el vapor de agua).

20 La mezcla de vapor caliente con el material objeto de tratamiento mejora la eficiencia del proceso para separar petróleo y cualesquiera otros líquidos evaporables a bajas temperaturas.

25 Debido a la inyección del vapor caliente durante el proceso, la energía térmica generada dentro de la cámara no se consume en el cambio de fase de grandes cantidades de líquidos en el material, y existe más energía generada disponible para calentar el material y evaporar las fracciones de petróleo a partir de los sólidos. Además, la mezcla del vapor caliente con el material reduce la presión parcial de las fracciones de petróleo en fase gas que se evaporan a partir del material de acuerdo con la ley de Dalton, lo cual reduce la temperatura a la cual se evaporan estas fracciones a partir del material, y la temperatura a la cual destilan en el condensador, reduciendo de este modo la cantidad de energía necesaria para evaporar y condensar las fracciones de petróleo.

El petróleo puede comprender hidrocarburos, materiales orgánicos, aceites minerales y no minerales.

30 Opcionalmente, el material se mezcla con aditivos tales como catalizadores, sustancias químicas, sólidos y líquidos para mejorar la separación y/o la recuperación del petróleo a partir del material antes y/o durante el proceso.

35 Típicamente, el material se trata en una o más cámara(s). Cuando se proporciona más de una cámara, las cámaras se pueden conectar, opcionalmente en paralelo o en serie. Típicamente, el material que se trata se alimenta al interior de la(s) cámara(s), y se calienta hasta una temperatura deseada. El material se puede precalentar antes de la alimentación al interior de la(s) cámara(s). El material puede contener agua o se puede introducir agua antes de alimentar el material en la cámara o se puede inyectar en la cámara lo que puede contribuir a reducir la temperatura del proceso si se superan los parámetros óptimos. Típicamente, el vapor caliente se inyecta en la cámara a través de uno o más puertos de inyección. Típicamente, el vapor caliente inicia el proceso para evaporar el petróleo por debajo de su punto de ebullición normal. Típicamente, la cámara tiene al menos una entrada y al menos una salida para alimentar y transportar fuera todas las fases (sólidos, líquidos y gases/vapor).

La temperatura de precalentamiento, la tasa de calentamiento, el caudal de vapor y la temperatura del proceso y la presión se pueden variar en diferentes ejemplos de la invención, dependiendo del resultado deseado.

El vapor se puede generar en una caldera, o se puede reciclar a partir de fluidos en fase gas recuperados a partir del material, o a partir de cualquier otro proceso y/o suministro.

45 Opcionalmente, el vapor caliente se puede generar por medio de la energía generada dentro o se puede recuperar a partir del proceso y/o el entorno ambiental que puede optimizar la eficiencia energética.

50 La(s) cámara(s) puede(n) tener al menos un rotor, que puede opcionalmente tener un eje con mayales, discos, propulsores, brazos y/o palas conectadas al eje para rotar con el mismo. Los mayales, discos etc. pueden estar conectados al eje por medio de conectores fijos, de bisagra, móviles o ajustables o pueden tener forma integrada. Típicamente se calienta el material que se trata por medio de la fricción generada por el rotor. El material dentro de la cámara puede típicamente formar un lecho fluidizado de material alrededor de la superficie interna de la cámara, proporcionando una superficie grande para la transferencia eficiente de la energía térmica. El paso de los mayales, etc. a través del lecho fluidizado típicamente genera la fricción, por ejemplo, entre las partículas sólidas y los mayales etc., o entre las propias partículas sólidas para calentar el material de la cámara. El calentamiento también o alternativamente se puede proporcionar a partir de fuentes externas con el fin de mantener la temperatura del proceso

dentro de un intervalo apropiado. Por ejemplo, se puede calentar el rotor/eje o la cámara por medio de otras fuentes, por ejemplo, dispositivos eléctricos de calentamiento, y/o se puede precalentar la alimentación. Los detalles estructurales apropiados para la cámara se pueden encontrar en las referencias preliminares citadas con anterioridad.

5 La fricción se puede mejorar por medio de la adición de sólidos que aumenten la fricción tales como arena, vidrio o piezas metálicas al material objeto de tratamiento antes de la alimentación del material en el interior de la(s) cámara(s), u opcionalmente por medio de inyección de los mismos en la(s) cámara(s) por separado a partir del material objeto de tratamiento. Los sólidos pueden permanecer en la(s) cámara(s) o se pueden retirar de la cámara a través de una salida. Típicamente, la cámara puede tener más de una salida. El tiempo de retención del material dentro de la cámara típicamente depende de las condiciones de proceso, composición de los sólidos y resultado deseado.

10 La cámara se puede someter a vacío cuando el material está siendo objeto de tratamiento. Opcionalmente, el vacío se puede generar por medio de una bomba de vacío opcionalmente conectada a una salida en la cámara, opcionalmente por medio de un sistema de vacío por separado. El proceso se puede usar de forma independiente, en conexión con, o como parte integrada de otro proceso o aparato ya sea terrestre o marítimo.

15 Los diversos aspectos de la presente invención se pueden poner en práctica solos o en combinación con uno o más de otros aspectos, como se apreciará bien por parte de los expertos en las técnicas relevantes. Los diversos aspectos de la invención se pueden proporcionar opcionalmente en combinación con una o más características de los otros aspectos de la invención. También, típicamente se pueden combinar características opcionales descritas en relación con un aspecto, solas o junto con otras características en diferentes aspectos de la invención. Se puede combinar cualquier materia objetivo descrita en la presente memoria descriptiva con cualquier otra materia objetivo de la memoria descriptiva para formar una combinación novedosa.

20 Ahora se describen diversos aspectos de la invención con detalle con referencia a las figuras adjuntas. Aún otros aspectos, características y ventajas de la presente invención resultan fácilmente evidentes a partir de la descripción completa de los mismos, incluyendo las figuras, lo cual ilustra un número de aspectos a modo de ejemplo e implementaciones. La invención también es susceptible de otros aspectos y ejemplos y ejemplos diferentes, y sus diversos detalles se pueden modificar de forma diversa, todo ello sin apartarse del espíritu y alcance de la presente invención. Por consiguiente, los dibujos y la descripción han de considerarse como ilustrativos y no restrictivos. Además, la terminología usada en la presente memoria únicamente se usa con fines descriptivos y no debería interpretarse como limitante del alcance. Se pretende que el lenguaje tal como "incluir", "comprender", "tener", "contener" o "implicar", y sus variantes, sea amplio y englobe la materia objetivo listada a continuación, los equivalentes y la materia objetivo adicional no citada, y no se pretende que excluya otros aditivos, componentes, integrantes o etapas. De igual forma, se considera que el término "comprender" es sinónimo de los términos "incluir" o "contener" para los fines legales aplicables.

25 30 Cualquier discusión de los documentos, actas, materiales, dispositivos, artículos y similares se incluye en la memoria descriptiva únicamente con fines de proporcionar un contexto para la presente invención. No se sugiere o se representa que parte o la totalidad de estas materias formen parte de la base de la técnica anterior o fueran de conocimiento general común en el campo relevante para la presente invención.

35 En la presente divulgación, siempre que una composición, elemento o grupo de elementos vaya precedido por la frase transicional "comprender", se comprende que también se contempla la misma composición, elemento o grupo de elementos con las frases transitacionales "consistir esencialmente en", "consistir", "seleccionado entre el grupo que consiste en", "incluir", o "es" que precede a la cita de la composición, elemento o grupos de elementos y vice versa. En la presente divulgación, se comprende que las palabras "típicamente" u "opcionalmente" pretenden indicar características opcionales y no esenciales de la invención que están presentes en determinados ejemplos pero que se pueden omitir en otros.

40 45 Se comprende que todos los valores numéricos de la presente divulgación están modificados por "aproximadamente". Se comprende que todas las formas singulares de elementos, o cualesquiera otros componentes descritos en la presente memoria incluyen las formas en plural de las mismas y vice versa. Las referencias a descripciones posicionales y direccionales tales como las direcciones superior e inferior, por ejemplo "arriba", "abajo" etc. deben interpretarse por parte del lector experto en el contexto de los ejemplos descritos y no se deben interpretar como limitantes de la invención para la interpretación literal del término, sino que se deberían comprender por parte del destinatario experto.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos adjuntos:

La Figura 1 muestra una vista lateral esquemática de una cámara usada en un ejemplo de la presente invención;

La Figura 2 muestra un diagrama esquemático que indica el proceso en la cámara de la Figura 1;

55 La Figura 3 muestra un gráfico que ilustra el efecto del contenido de vapor de agua dentro de la cámara a la temperatura de evaporación del petróleo que se tratan en la cámara de la Figura 1;

La Figura 4 muestra un gráfico que ilustra el porcentaje de cambio en la temperatura de evaporación del petróleo de la Figura 3, como resultado de los contenidos diferentes de vapor de agua dentro de la cámara de la Figura 1;

5 La Figura 5 muestra un gráfico esquemático de la energía térmica requerida para tratar una tonelada de material de alimentación por hora en condiciones diferentes sin agua; con un 15 % de agua y un 15 % de petróleo y con inyección de vapor caliente; con inyección de vapor caliente y reciclaje de un 50 % del vapor de agua generado en el proceso; y con un 100 % de reciclaje y re-inyección del vapor de agua generado en el proceso;

La Figura 6 muestra una vista esquemática similar a la Figura 5 que muestra la potencia necesaria para recuperar 150 kg de petróleo y tratar 700 kg de alimentación por hora; y

10 La Figura 7 muestra una vista esquemática que muestra la potencia necesaria y la temperatura de proceso para recuperar 150 kg de petróleo y tratar 775 kg de sólido por hora. En la Figura 7, los bloques representan la potencia necesaria en kW mostrada en el eje a mano izquierda y el gráfico de línea y rombos representa la temperatura de proceso correspondiente, mostrada en el eje a mano derecha.

Descripción detallada de uno o más ejemplos de la invención

15 Haciendo referencia ahora a las Figuras 1 y 2, el aparato usado en el proceso de la presente invención puede de forma opcional y esencial ser el mismo que los divulgados en las referencias anteriores identificadas anteriormente, que se incorporan por referencia en la presente memoria, con algunas diferencias. Para la finalidad de las características estructurales de la cámara usada en los ejemplos de la presente invención, se dirige al lector a estas referencias anteriores para las consideraciones adicionales relativas a estas características operaciones y estructurales. Brevemente, se muestra una cámara apropiada para llevar a cabo los ejemplos de la presente invención de forma esquemática en la Figura 1, y típicamente comprende un recipiente de reactor 1 que tiene un cuerpo y placas terminales. Son posibles diferentes configuraciones. La vista esquemática mostrada en la vista lateral de la Figura 1 muestra una perforación hueca que recibe un conjunto de rotor que comprende un eje o eje de dirección 5 que porta brazos de rotor o mayales 15 que están accionados en rotación por un motor 10. Los brazos de motor o mayales 15 son típicamente de diseño similar a los descritos en las referencias previas citadas con anterioridad. Típicamente, la cámara 1 tiene al menos una entrada de alimentación en un extremo de la perforación de cámara, que puede estar en la parte superior o en la parte inferior de la cámara, próximo a una pared terminal, a través de la cual se alimenta el material objeto de tratamiento en la cámara 1, y al menos una salida 3 típicamente ubicada en el extremo opuesto de la perforación de cámara, típicamente en un extremo inferior de la cámara 1, a través de la cual los sólidos pueden abandonar la cámara después de la conclusión del ciclo de tratamiento. La cámara 1 también tiene al menos un conducto o salida de vapor 4 típicamente ubicado en el extremo superior de la cámara 1, a través del cual los gases pueden salir de la cámara después de la conclusión del ciclo de tratamiento.

25 Además de estas características, el presente ejemplo tiene un generador de vapor en forma de una caldera 20, que genera vapor caliente en forma de vapor de agua típicamente por medio de calentamiento de agua líquida hasta su punto de ebullición dentro de la caldera, e inyectando el vapor caliente en forma de vapor de agua a través de una línea de inyección 21 y una entrada de vapor 22 en el interior de la cámara 1, donde se mezcla con el material que se alimenta en el interior de la cámara 1 a través de la entrada 2. Típicamente, la mezcla de vapor de agua y material que se alimenta en la cámara 1 a través de la entrada 2 se logra o al menos está favorecida por el movimiento rotacional del conjunto de rotor que comprende el eje 5 y los brazos de rotor 15. Opcionalmente, la línea de inyección 21 puede incorporar una válvula de comprobación 23 que evita el paso del vapor desde la línea de inyección 21 al interior de la caldera 20. Opcionalmente, la caldera 20 se puede calentar eléctricamente, ya sea internamente por medio de una bobina de dispositivo de calentamiento, o bien por medio de otros medios apropiados, que pueden variar en diferentes ejemplos de la invención.

35 El conducto o salida de vapor 4 típicamente conecta la perforación de la cámara 1 con un sistema de condensador que comprende al menos un (y opcionalmente más de uno) condensador 30 que tiene una primera salida 31 que conduce a un tanque de recogida de petróleo y una segunda salida 32 que conduce a una línea 33 de reinyección opcional.

40 Típicamente, el material a tratar engloba detritos de perforación contaminados, que pueden incorporar lodo de perforación basado en petróleo y/o hidrocarburos originarios que permean a partir de los detritos de perforación. Los detritos de perforación contaminados se alimentan en el interior de la entrada 2, típicamente en una cinta transportadora, y se dejan caer en el interior de la perforación de la cámara típicamente mientras el conjunto de rotor que comprende el eje 5 y los brazos rotores 15 se encuentran en movimiento de rotación por medio del motor 10. Opcionalmente, el conjunto de rotor se puede hacer rotar dentro de la cámara 1 (opcionalmente con un material sólido en forma de partículas tal como arena etc., en la cámara) antes de alimentar el material al interior de la cámara con el fin de precalentar la cámara hasta una temperatura de operación apropiada o alternativamente se puede precalentar la cámara por cualquier otro método tal como rastreo térmico eléctrico. Típicamente, la configuración del conjunto de rotor puede ser como se divulga en las referencias previas citadas anteriormente, y se dirige al lector a esas publicaciones para detalles adicionales sobre los aspectos estructurales básicos de la cámara 1. El accionamiento del conjunto de rotor a velocidad suficiente eleva la temperatura del material dentro de la perforación interna de la cámara 1 hasta aproximadamente 260 a 270 °C, o hasta una temperatura para adaptar el material que se procesa, típicamente

a una temperatura ligeramente por debajo del punto de ebullición del petróleo que se pretende retirar del material.

Se inyecta vapor de agua a temperatura elevada en forma de vapor de agua procedente de la caldera 20 a través de la válvula de comprobación 23 y la línea de inyección 21 al interior de la entrada 22 de la cámara 1, y se mezcla con el material objeto de tratamiento por medio de los brazos de rotor 15 que se encuentran en rotación.

5 Típicamente, la temperatura del vapor inyectado es mayor de 100 °C, es decir, típicamente el vapor está supercalentado. Opcionalmente, el vapor se puede inyectar al interior de la cámara a 120-150 °C en algunos casos en los que se desea una energía térmica adicional relativamente pequeña procedente del vapor caliente, pero este parámetro puede variar opcionalmente de acuerdo con la temperatura de evaporación anticipada del petróleo, y en algunos casos, se pueden usar opcionalmente temperaturas más elevadas para el vapor de agua inyectado, por ejemplo, 10 mayores de 200 °C, por ejemplo, de 300 °C o más.

Típicamente los brazos de rotor 15 operan a velocidades descritas en las referencias anteriores, a las cuales se redirige al lector para detalles adicionales. El calor generado a partir de la fricción generado por la rotación del conjunto de rotor en combinación con la energía térmica procedente del vapor caliente añadido desde la caldera 20 aumenta la temperatura dentro de la cámara 1 hasta que el petróleo se evapora en fase gas a partir de los detritos de perforación 15 sólidos. Esto sucede por debajo del punto de ebullición atmosférico del petróleo, debido al denominado proceso de separación de vapor por medio de la introducción del vapor caliente procedente de la caldera 20.

Los componentes en fase gas que incluyen la fracción de petróleo en fase gas se liberan de los detritos de perforación y pasan o se extraen a través de la salida por medio de una bomba 6 de vacío opcional, que se puede montar en la línea que conecta la salida 4 con el condensador 30. Opcionalmente, la línea que conecta la salida 4 con el 20 condensador 30 también puede incluir un ciclón 7 para retirar el material en forma de partículas de los gases antes de que se alcance el condensador 30. Debido a la presencia del vapor caliente en la mezcla de la cámara, se reducen las presiones parciales de los gases, reduciendo de este modo las temperaturas de evaporación de las fracciones de petróleo.

Dentro del condensador 30, opcionalmente se intercambia calor entre un refrigerante que circula entre el condensador 25 30 y la cámara 1, que absorbe calor procedente del material en fase gas dentro del condensador 30 y lo transporta hasta la cámara 1, donde se pierde en favor de la cámara 1, aumentando la eficiencia térmica del sistema. Tras perder su calor en favor de la cámara 1, el refrigerante se recicla de nuevo hasta el condensador 30 a una temperatura baja, donde de nuevo absorbe calor procedente del material en fase gas que pasa a través del condensador 30. Opcionalmente, se puede proporcionar un intercambiador de calor en las líneas entre el condensador y la cámara. El 30 circuito de refrigerante entre el condensador 30 y la cámara 1 es opcional, y se puede omitir en determinados ejemplos de la invención. De igual forma, se puede conectar el circuito de refrigerante entre el condensador 30 y algunos otros componentes del mismo equipo o un equipo auxiliar, con el fin de actuar como bomba de calor que absorbe calor procedente de los gases que pasan a través del condensador 30 y transferir esa energía a otra parte del mismo proceso o a un proceso diferente, con el fin de mejorar la eficiencia global del mismo.

35 Cuando se hacen pasar los materiales en fase gas a través del condensador 30 pierden su calor en favor del refrigerante, la fracción de petróleo de los materiales en fase gas dentro del condensador 30 se condensa de nuevo en forma líquida dentro del condensador, y se drena a través de la primera salida 31 al interior del tanque de petróleo. Se pueden llevar a cabo etapas de purificación adicionales en el material de condensado que se drena al interior del tanque de petróleo que depende de la fracción deseada a recuperar, pero en este momento, ese petróleo se separa 40 de forma efectiva y eficiente y se recupera a partir de los materiales residuales originales. El petróleo se puede exportar desde el tanque y se puede procesar de forma adicional si fuese necesario, o se puede usar según se requiera, y debido a que simplemente ha cambiado de fase a una temperatura relativamente baja, la estructura molecular del petróleo apenas se ve afectada, y los hidrocarburos de cadena larga valiosos pueden quedar retenidos para el procesamiento de sustancias químicas más complejas.

45 No todos los materiales en fase gas que pasan a través del condensador experimentan condensación a la misma temperatura, y muchos materiales en fase gas pasarán a través del condensador sin experimentar condensación hasta una forma líquida. Típicamente, estos pasan a través de la salida 32 y opcionalmente se pueden recircular en el interior de la línea de reinyección 33 que típicamente conecta con la línea de inyección 21 aguas abajo de la válvula de comprobación 23, permitiendo de este modo el reciclaje de los materiales en fase gas de alta temperatura procedentes 50 de la salida 32 de nuevo al interior de la cámara a través de la línea de reinyección 33 y la línea de inyección 21. Opcionalmente, cuando se reciclan los fluidos en fase gas a alta temperatura en el interior de la cámara, los fluidos se pueden calentar y/o presurizar opcionalmente antes de la re-introducción en la cámara. El reciclaje de los materiales en fase gas de alta temperatura fuera del condensador y de nuevo al interior de la cámara es una opción que se puede omitir en determinados ejemplos de la invención, pero que resulta ventajosa, ya que la energía térmica que escapa del condensador 30 se recicla de nuevo al interior de la cámara 1, mejorando de este modo la eficiencia térmica del 55 proceso, y cualesquiera fracciones de petróleo que pasan a través del condensador sin cambiar de fase de nuevo a forma líquida se reciclan para el tratamiento adicional.

Opcionalmente, el eje 5 puede ser hueco, y puede opcionalmente recibir fluidos calientes, ya sea procedentes del condensador 30, o de otra fuente tal como una bomba de calor, o una pieza de aparato diferente que puede o no ser

parte del sistema para el tratamiento de materiales.

Opcionalmente, la cámara 1 puede incorporar una camisa de petróleo 8, que se puede calentar usando fluidos procedentes del condensador 30, o de otra fuente de calor.

5 En referencia ahora a las figuras 3 y 4, se sometieron los detritos de perforación contaminados por 3 diferentes petróleos al proceso anterior con diferentes contenidos en % en peso de vapor de agua inyectado como vapor caliente en la cámara 1 en cada caso. Se sometió a ensayo cada muestra de detritos contaminados en diferentes ciclos de tratamiento usando diferentes cantidades de vapor de agua en cada ciclo.

10 En cada ejemplo, se llevaron a cabo tres ciclos diferentes usando un 7,5 %, un 15 % y un 30 % en peso de vapor de agua inyectado en la cámara 1. En cada ejemplo, con un 0 % de inyección de vapor de agua, los 3 petróleos procedentes de muestras diferentes se evaporaron a partir de los detritos a temperaturas significativamente más elevadas que cuando se inyectó el vapor de agua. En cada caso, se usaron 4000 kg de detritos con un contenido estimado de petróleo contaminante de un 17,6 % en peso.

Generalmente, la mezcla en % en peso de sólidos:petróleo:vapor de agua fue de aproximadamente 70:15:15 (con un 15 % en peso de vapor de agua, por ejemplo).

15 Ejemplo 1

20 Se contaminaron los detritos de perforación con petróleo 1 con un punto de ebullición en ausencia de inyección de vapor de agua de 230 °C. Tras la inyección de un 7,5 % en peso de vapor de agua en la cámara, se evaporó el petróleo de los detritos cuando la cámara alcanzó 160 °C. Tras la inyección de un 15 % en peso del vapor de agua en la cámara, el petróleo se evaporó de los detritos cuando la cámara alcanzó 150 °C, y tras la inyección de un 30 % en peso de vapor de agua en la cámara, el petróleo se evaporó cuando la temperatura de la cámara alcanzó 130 °C. Por consiguiente, la inyección del vapor de agua en la cámara como parte del proceso redujo drásticamente la temperatura a la cual se evaporó el petróleo de los detritos, y de este modo se redujo la energía térmica necesaria para operar el proceso y separar el petróleo de los detritos.

Ejemplo 2

25 Se contaminaron los detritos de perforación con petróleo 2 con una temperatura de destilación en ausencia de inyección de vapor de agua de 250 °C. Tras la inyección de un 7,5 % en peso de vapor de agua en la cámara, se evaporó el petróleo de los detritos cuando la cámara alcanzó 180 °C. Tras la inyección de un 15 % en peso del vapor de agua en la cámara, el petróleo se evaporó de los detritos cuando la cámara alcanzó 166 °C, y tras la inyección de un 30 % en peso de vapor de agua en la cámara, el petróleo se evaporó cuando la temperatura de la cámara alcanzó 150 °C. Por consiguiente, la inyección del vapor de agua en la cámara como parte del proceso redujo drásticamente la temperatura a la cual se evaporó el petróleo de los detritos, y de este modo se redujo la energía térmica necesaria para operar el proceso y separar el petróleo de los detritos.

Ejemplo 3

35 Se contaminaron los detritos de perforación con petróleo 3 con una temperatura de destilación en ausencia de inyección de vapor de agua de 295 °C. Tras la inyección de un 7,5 % en peso de vapor de agua en la cámara, se evaporó el petróleo de los detritos cuando la cámara alcanzó 220 °C. Tras la inyección de un 15 % en peso del vapor de agua en la cámara, el petróleo se evaporó de los detritos cuando la cámara alcanzó 200 °C, y tras la inyección de un 30 % en peso de vapor de agua en la cámara, el petróleo se evaporó cuando la temperatura de la cámara alcanzó 190 °C. Por consiguiente, la inyección del vapor de agua en la cámara como parte del proceso redujo drásticamente la temperatura a la cual se evaporó el petróleo de los detritos, y de este modo se redujo la energía térmica necesaria para operar el proceso y separar el petróleo de los detritos.

45 La Figura 4 muestra el cambio en porcentaje de la temperatura a la cual el petróleo de los ejemplos anteriores se evapora en la cámara de acuerdo con diferentes inyecciones de vapor de agua. Como se puede apreciar a partir del gráfico de la figura 4, el mayor porcentaje de cambio en la temperatura de evaporación del petróleo a partir de los detritos se aprecia con el petróleo 1, seguido del petróleo 2 y posteriormente del petróleo 3. Generalmente, se muestra una reducción drástica del punto de ebullición del petróleo con la inyección de cantidades incluso pequeñas de vapor de agua, con mayores cantidades de inyección de vapor de agua que muestran una respuesta no lineal, pero que aún muestran una mejora a medida que inyecta más % en peso de vapor de agua en la cámara durante el proceso.

50 Por medio del aumento del contenido de vapor de agua dentro de la cámara, se separa el petróleo de los detritos de perforación a temperaturas más bajas que requieren menos energía térmica y por tanto permiten un sistema más eficiente. Por ejemplo, un 15 % en peso de vapor de agua (y un 15 % en peso de petróleo) pueden disminuir la temperatura de proceso necesaria para extraer el petróleo de los detritos en hasta un 30-35 %. Si el contenido de vapor de agua aumenta hasta un 30 % en peso, se puede completar el proceso a un 36-42 % de temperatura más baja. La reducción de la temperatura del proceso por debajo de la temperatura de ebullición atmosférica del petróleo permite la recuperación de petróleos más pesados con menor riesgo de craqueo y modificación de la estructura molecular del petróleo, el cual no se ve afectado en cuanto a valor y se puede exportar a partir del proceso y

comercializar, aumentando de este modo de forma adicional la eficiencia del proceso global.

5 Cuando se inyecta vapor de agua en la cámara, el vapor de agua absorbe la energía térmica y evita el aumento de la temperatura. La temperatura de operación baja resulta técnicamente ventajosa ya que una temperatura más baja reduce la demanda del proceso en la estructura mecánica de la cámara, así como mejora la calidad del petróleo recuperado. Además, la inyección de vapor de agua facilita un proceso más estable dentro de la cámara. Por consiguiente, una mayor cantidad de componentes de la cámara y la estructura mecánica pueden ser de calidad y diseños estándar, ahorrando costes en la construcción y el mantenimiento de la cámara.

La inyección de vapor de agua que se ha reabastecido desde el condensador ofrece ahorros energéticos y eficiencias adicionales y puede ahorrar cantidades significativas de energía.

10 Ejemplo 4

15 Un ejemplo de ahorro energético se muestra en la figura 5 y 6. En el presente ejemplo, se mezcla un tipo de petróleo 2 con un material de alimentación sólido y se trata como se ha descrito anteriormente en un intervalo de relaciones diferentes de petróleo:agua:sólido. Como se puede apreciar a partir de la segunda columna, sin inyección de vapor de agua, la cantidad de energía necesaria para completar el proceso supera 150 kW/h. Por medio de la inyección de vapor de agua como se muestra en la tercera y cuarta columnas, se requieren tasas de energía más lentas para completar el proceso, y el reabastecimiento del vapor de agua a partir de la salida hasta la entrada como se ha descrito anteriormente disminuyó sustancialmente la energía requerida. En el ejemplo 4, la composición de los componentes de la segunda a la cuarta columnas fue de 15:15:70 (petróleo:agua:sólido).

Ejemplo 5

20 En el ejemplo 5, se inyectó vapor de agua en la cámara del proceso en diferentes relaciones con respecto al contenido de agua de alimentación introducido en la cámara. Las relaciones diferentes se muestran en columnas separadas 0, 1, 2 y 4 en la figura 7. Por ejemplo, en la columna 0, no hubo vapor de agua inyectado; en la columna 1, la relación de vapor de agua inyectado con respecto a agua líquida en la alimentación fue de 1:1, en la columna 2, la relación fue de 2:1 y en la columna 4 la relación fue de 4:1. En estos ejemplos, la temperatura del proceso alcanzada durante el proceso se muestra en el eje a mano derecha representada por los marcadores de rombos ligados a la línea, y la potencia necesaria para cada proceso se muestra en el eje a mano izquierda, representado por las columnas 0, 1, 2 y 4. En todos estos ejemplos, se puede apreciar que la inyección de vapor de acuerdo con el método puede reducir drásticamente la temperatura del proceso. En cada caso, se recuperaron 150 kg de petróleo de 775 kg de material de alimentación sólido. No obstante, a medida que la relación de vapor de agua inyectado con respecto al contenido original de agua aumentó de 0 a 4:1, la temperatura del proceso alcanzada durante el proceso disminuyó en aproximadamente 40 °C en el ejemplo de la relación 4:1. La reducción de la temperatura necesaria para completar satisfactoriamente el proceso de separación a medida que se inyecta más vapor de agua resulta beneficiosa desde una perspectiva técnica, ya que temperaturas de operación más bajas son menos exigentes desde el punto de vista de la integridad estructural de la cámara, y se requiere menos tiempo para alcanzar la temperatura de operación a la cual se puede lograr la separación. Además, la reducción de la temperatura tiene ventajas significativas en cuanto a coste y desde el punto de vista ambiental, ya que se ahorra energía durante el proceso, y se consume menos combustible, aunque todavía se logra la misma separación del petróleo y los sólidos.

Se pueden incorporar modificaciones y mejoras sin apartarse por ello del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método de tratamiento de un material para separar petróleo del material, comprendiendo el método calentar el material dentro de una cámara (1) para evaporar el petróleo, en el que la cámara tiene un rotor, el rotor tiene un eje (5) con un brazo o mayal (15) conectado al eje (5), de manera que el brazo o mayal (15) se adapta para rotar con el eje (5), y en el que el material se calienta durante el método por medio de la fricción generada por la rotación del rotor, el eje (5) y el brazo o mayal (15) dentro de la cámara (1), en el que el método incluye retirar los fluidos en fase gas del material, y separar el petróleo de los fluidos en fase gas recuperados del material, en el que el método incluye inyectar vapor de agua en la cámara (1) y mezclar el vapor de agua inyectado con el material en la cámara (1) y donde el petróleo se evapora a partir del material en forma de fluido en fase gas por debajo del punto de ebullición atmosférico del petróleo, caracterizado por que el método incluye accionar un rotor a velocidad suficiente para elevar la temperatura del material dentro de la cámara (1) hasta un intervalo de 260 °C a 270 °C.
2. Un método como en la reivindicación 1, en el que el petróleo se separa de los fluidos en fase gas en una etapa de separación por separado que tiene lugar tras la evaporación del petróleo y la retirada de los fluidos en fase gas del material.
3. Un método como en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que el petróleo se separa de los fluidos en fase gas retirados de la cámara (1) por medio de destilación.
4. Un método como en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que se conecta un dispositivo de destilación (30) a una salida (4) de la cámara (1), a través de la cual se retiran los fluidos en fase gas.
5. Un método como en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el vapor de agua procedente de la salida de la cámara se re-inyecta en la cámara (1).
6. Un método como en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el vapor de agua producido en forma de sub-producto procedente de otro proceso se inyecta en el interior de la cámara (1).
7. Un método como en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el material se mezcla con aditivos para mejorar la separación y/o recuperación del petróleo del material, y en el que los aditivos se mezclan con el material antes y/o durante el proceso.
8. Un método como en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el material se trata secuencialmente en más de una cámara (1).
9. Un método como en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el material se precalienta antes de la alimentación en la cámara (1).
10. Un método como en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el vapor de agua se genera por medio de la energía generada en o recuperada a partir del proceso.
11. Un método como en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el material que se trata forma un lecho fluidizado de material alrededor de la superficie interna de la cámara (1), y en el que el paso de los brazos o mayales (15) a través del lecho fluidizado genera la fricción para calentar el material en la cámara (1).
12. Un método como en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la alimentación se precalienta antes de la alimentación al interior de la cámara (1).
13. Un método como en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que incluye la adición de sólidos que aumentan la fricción al material en la cámara (1).
14. Un método como en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que la cámara (1) se somete a vacío cuando el material está siendo objeto de tratamiento.
15. Un método como en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que se conecta una bomba de vacío (6) a una salida (4) de la cámara (1), para aplicar un vacío a la cámara (1).

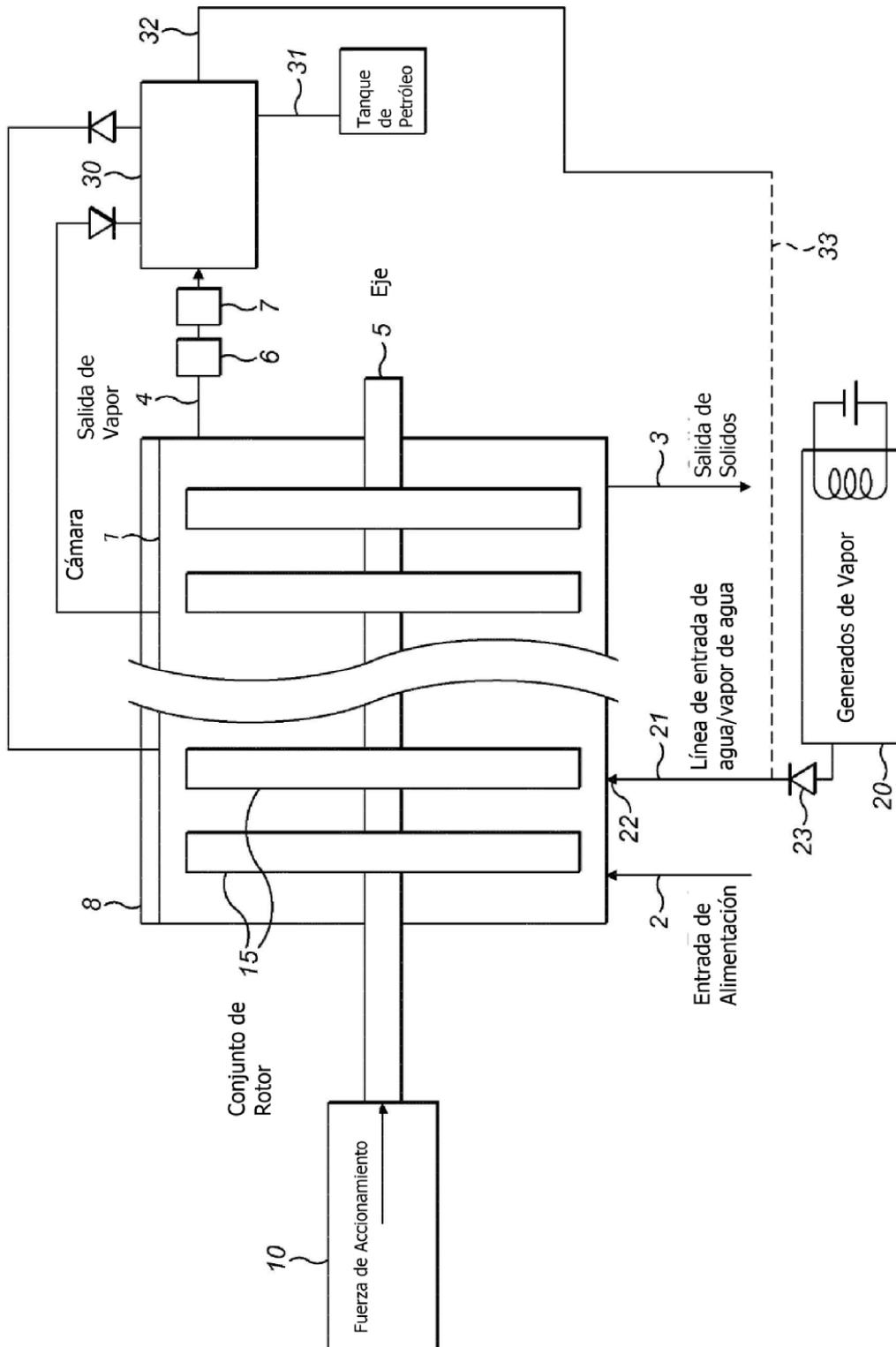


FIG. 1

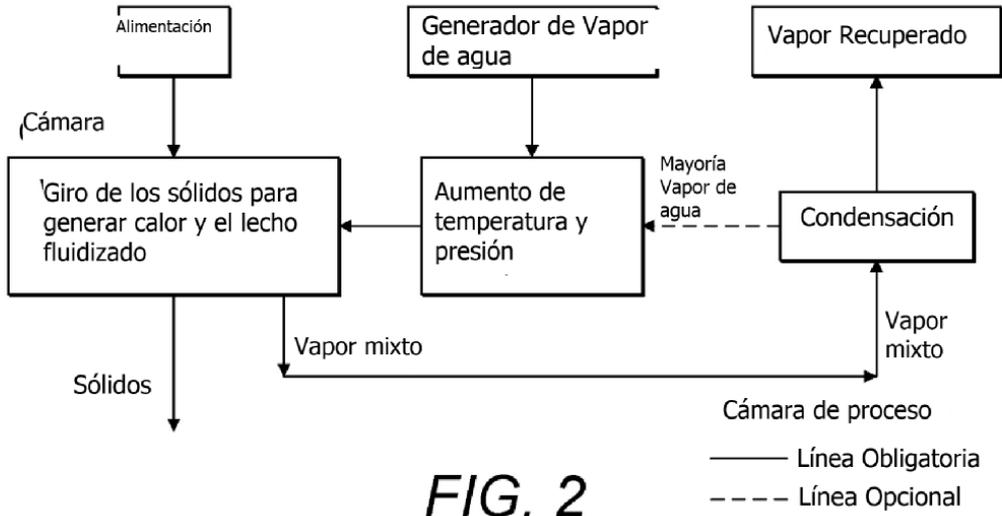


FIG. 2

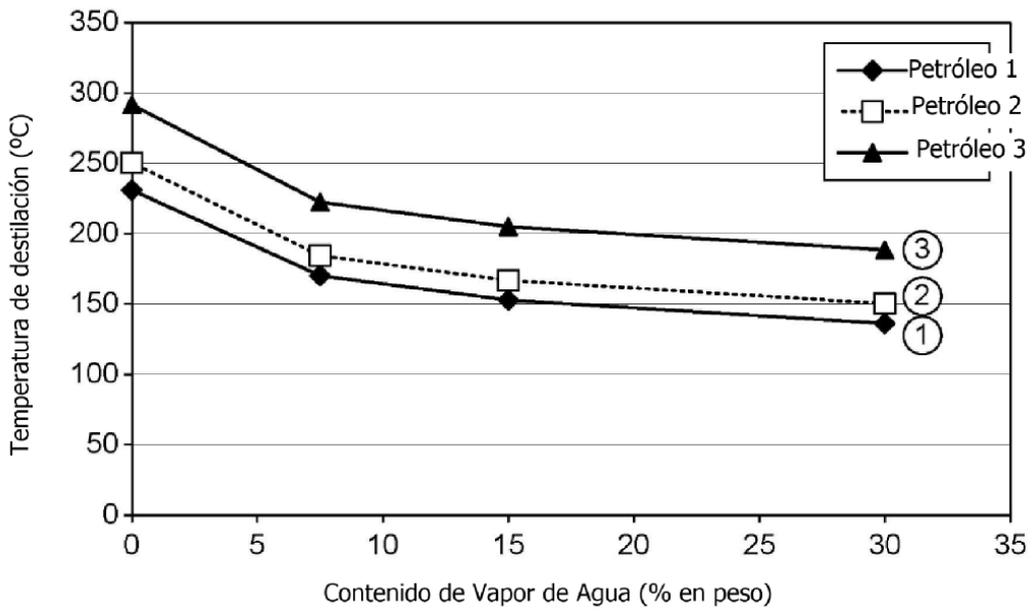


FIG. 3

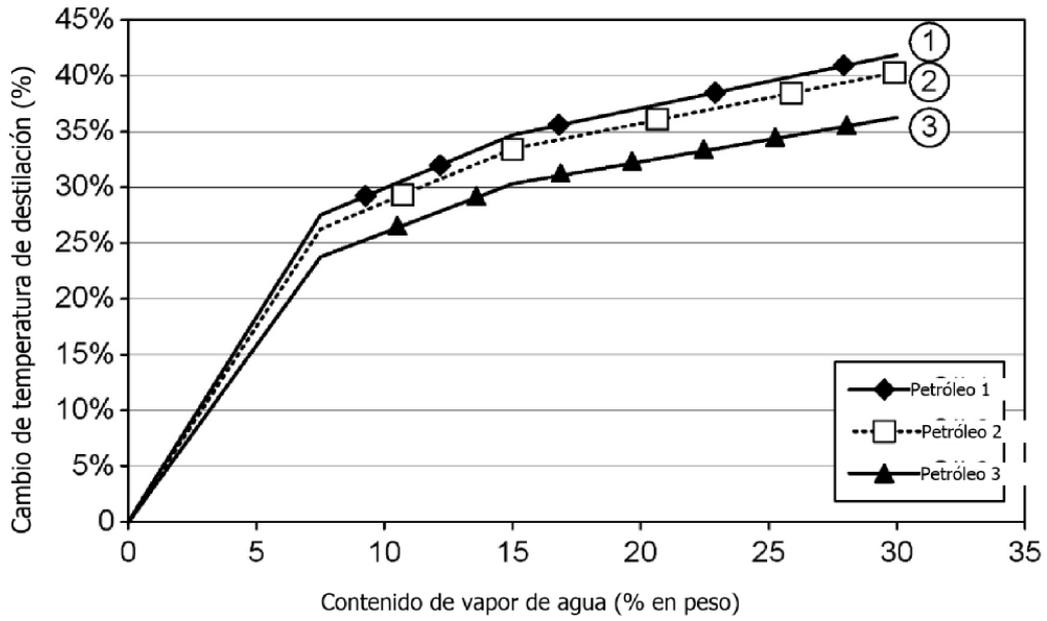


FIG. 4

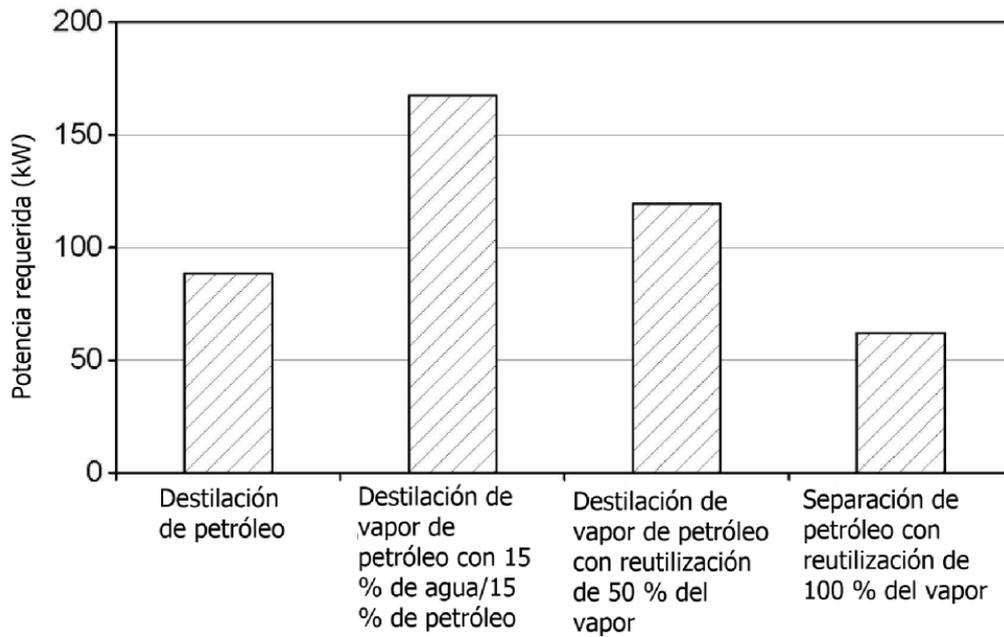


FIG. 5

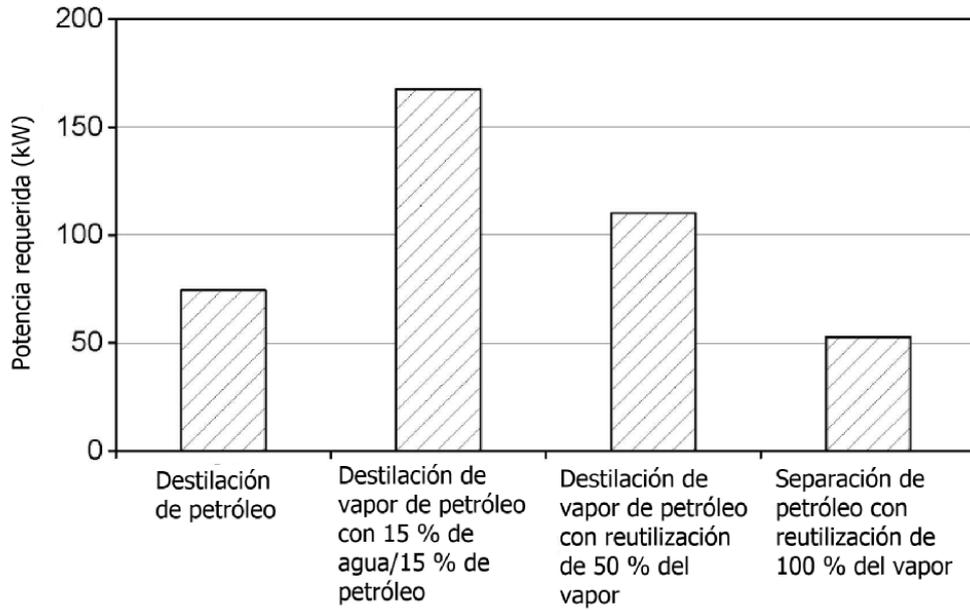


FIG. 6

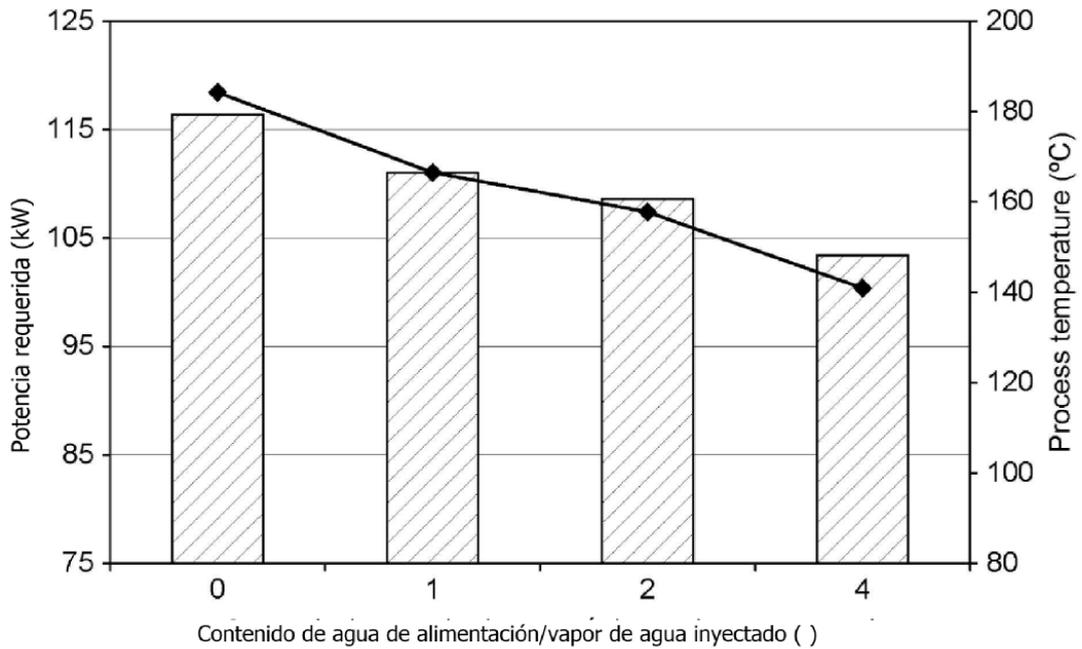


FIG. 7