HERRAMIENTA GENERADORA DE VAPOR

CAMPO DE LA INVENCIÓN

[0001] La invención se refiere a una herramienta generadora de vapor y, en particular, a una herramienta generadora de vapor y a un método para generar vapor a partir de entradas de agua, combustible y oxígeno.

ANTECEDENTES

[0002] Hay numerosos yacimientos de petróleo en todo el mundo que contienen hidrocarburos viscosos, a menudo llamados "betún", "alquitrán", "petróleo pesado" o "petróleo ultrapesado" (denominados colectivamente en el presente documento como "petróleo pesado"), donde el petróleo pesado puede tener viscosidades en el rango de 3,000 a más de 1,000,000 centipoise. La alta viscosidad dificulta la recuperación del petróleo ya que no puede fluir fácilmente desde la formación.

[0003] Para una recuperación económica, el método de recuperación más común es calentar el petróleo pesado, como por ejemplo con inyección de vapor, para reducir la viscosidad. Normalmente, los yacimientos de petróleo pesado se producirían mediante estimulación cíclica con vapor (CSS), impulsión con vapor (Drive) y drenaje por gravedad asistido por vapor (SAGD), donde se inyecta vapor desde la superficie hacia el yacimiento para calentar el petróleo, reduciendo así la viscosidad del petróleo suficiente para una producción eficiente.

[0004] La inyección de vapor en la superficie tiene una serie de limitaciones debido a las calderas de superficie ineficientes, la pérdida de energía en las líneas de superficie y la pérdida de energía en el pozo. Las calderas de campo de petróleo estándar convierten del 85 al 90% de la energía del combustible en vapor, las tuberías de superficie perderán del 5 al 25% de la energía del combustible dependiendo de la longitud de las tuberías y la calidad del aislamiento y, por último, las pérdidas de calor del pozo pueden ser de hasta 5-15% de la energía del combustible según la profundidad del pozo y los métodos de aislamiento en el pozo. Por lo tanto, las pérdidas de energía pueden sumar más del 50% de la energía del combustible antes de que el vapor llegue al depósito. En yacimientos profundos de petróleo pesado, la inyección de vapor en la superficie a menudo da como resultado agua caliente, en lugar de vapor, que llega al yacimiento debido a las pérdidas de calor.

[0005] Además, numerosos yacimientos de petróleo pesado no responderán a la inyección de vapor convencional, ya que muchos tienen poca o ninguna presión de impulsión natural propia. Incluso cuando la presión del yacimiento es inicialmente suficiente para la producción, la presión obviamente disminuye a medida que avanza la producción. En consecuencia, las técnicas convencionales de vaporización son de poco valor en estos casos, ya que el vapor producido está a baja presión, por ejemplo, varias atmósferas. Como resultado, la inyección continua de vapor o una "impulsión de vapor" generalmente están fuera de discusión. Como resultado, se ha adoptado una técnica cíclica, comúnmente conocida como "Huff and Puff" en muchas operaciones de inyección de vapor. En esta técnica, se inyecta vapor durante un período de tiempo predeterminado, se interrumpe la inyección de vapor y se cierra el pozo durante un período de tiempo predeterminado, denominado "remojo". Posteriormente, el pozo se bombea hasta un punto de agotamiento predeterminado y se repite el ciclo. Sin embargo, el vapor penetra solo en una porción muy pequeña de la formación que rodea el pozo, particularmente porque el vapor se inyecta a una presión relativamente baja.

[0006] Otro problema con las técnicas convencionales de generación de vapor es la producción de contaminantes del aire, a saber, emisiones de CO_2, SO_2, NO_x y partículas. Varias jurisdicciones han establecido emisiones máximas para tales operaciones de vaporización, que generalmente se aplican en áreas amplias donde existen grandes yacimientos de petróleo pesado y las operaciones de vaporización se realizan a escala comercial. En consecuencia, el número de operaciones de vaporización en un campo determinado puede verse severamente limitado y, en algunos casos, ha sido necesario organizar el desarrollo para limitar la contaminación del aire.

[0007] También se ha propuesto utilizar sistemas de combustión de alta presión en la superficie. En tales sistemas, el agua es vaporizada por los gases de combustión de la cámara de combustión y tanto el gas de combustión como el vapor se inyectan por el pozo. Básicamente, esto elimina, o al menos reduce, el requisito de abordar la contaminación del aire del proceso de combustión, ya que todos los productos de combustión se inyectan en el depósito y una gran parte de los contaminantes inyectados permanecen secuestrados en el depósito de petróleo. La mezcla inyectada convencionalmente tiene una composición de alrededor de 60% a 70% de vapor, 25% a 35% de nitrógeno, alrededor de 4% a 5% de dióxido de carbono, menos de 1% de oxígeno, dependiendo si se emplea un exceso de oxígeno para la combustión completa, y trazas de SO_2 y NO_x. El SO_2 y el NO_x, por supuesto, crean materiales ácidos. Sin embargo, los posibles efectos de corrosión de estos materiales pueden reducirse sustancialmente o incluso eliminarse mediante el tratamiento adecuado del agua utilizada para producir el vapor y la dilución de los compuestos ácidos por el agua inyectada.

[0008] Hay una ventaja reconocida en una operación de este tipo, donde se utiliza una combinación de vapor, nitrógeno y dióxido de carbono, a diferencia del vapor solo. Además de calentar el depósito y el petróleo en su lugar por condensación del vapor, el dióxido de carbono se disuelve en el petróleo, particularmente en áreas del depósito delante del vapor donde el petróleo está frío y el nitrógeno presuriza o vuelve a presurizar el depósito.

[0009] Sin embargo, un problema muy grave con el sistema de alta presión sobre el suelo actualmente propuesto es que implica un equipo de compresión complejo y un gran recipiente de combustión que funciona a altas presiones y altas temperaturas. Esta combinación requiere personal mecánico y eléctrico calificado para operar el equipo de manera segura.

[0010] Una solución a los problemas de la generación de superficie es colocar un generador de vapor en el fondo del pozo en un punto adyacente a la formación que se va a vaporizar, que inyecta una mezcla de vapor y gas de combustión en la formación. Esto también tiene las ventajas antes mencionadas de reducir la profundidad a la que la vaporización puede ser económica y prácticamente factible y mejorar la tasa y la cantidad de producción mediante la inyección de la mezcla de vapor y gas de combustión.

[0011] Si bien se han propuesto muchos generadores de vapor de fondo de pozo, los diseños actuales son generalmente muy complejos y causan problemas durante la fabricación y la operación. Además, los diseños actuales requieren un mantenimiento frecuente debido a la acumulación de agua dura o fallas en el encendedor, ya que las condiciones del fondo del pozo son extremas. La durabilidad es muy importante ya que cada vez que se requiere mantenimiento, la herramienta debe retirarse del pozo, lo que consume mucho tiempo y es costoso.

[0012] Por lo tanto, se requiere una herramienta generadora de vapor duradera. Dicha herramienta se puede utilizar en la superficie o en el fondo del pozo.

RESUMEN DE LA INVENCIÓN

[0013] De acuerdo con un aspecto, la invención se refiere a una herramienta para generar vapor y gases de combustión para producir petróleo a partir de un pozo de petróleo, comprendiendo la herramienta: un primer extremo configurado para recibir entradas, incluyendo las entradas aire, combustible y agua; un componente de encendido dispuesto dentro de la herramienta configurado para encender combustible y aire para generar una llama; una cámara de combustión que aloja la llama y se extiende en un segundo extremo opuesto al primero, definida por una pared y una salida configurada para permitir la salida de los productos quemados; y un paso de agua que se extiende desde el primer extremo del cuerpo principal y termina en una boquilla en una superficie exterior de la herramienta, dirigiendo la boquilla el flujo de agua al menos en parte axialmente a lo largo de una longitud exterior de la pared, en donde el agua se vaporiza al menos parcialmente a lo largo de la longitud exterior de la pared para generar vapor.

[0014] En otra realización, la invención se refiere a un método para generar vapor a partir de la herramienta generadora de vapor para producir petróleo a partir del depósito de petróleo, comprendiendo el método: suministrar aire, agua, combustible y energía o control al generador de vapor; expulsar agua desde una boquilla en una superficie exterior del generador de vapor; encender una llama usando un componente de ignición; vaporizar agua expulsada de la boquilla al permitir que el agua fluya a lo largo de una superficie exterior de una pared de la cámara de combustión hacia una salida de la cámara de combustión mientras los productos quemados de la llama fluyen dentro de la cámara de combustión hacia la salida de la cámara de combustión; y dirigir el vapor y los productos quemados al depósito de petróleo.

[0015] Otro aspecto de la invención se refiere a una herramienta para generar vapor y gases de combustión para producir petróleo a partir de un pozo petrolero, comprendiendo la herramienta: un primer extremo configurado para recibir entradas, incluyendo las entradas aire, agua y combustible, donde el aire ingresa a la herramienta en un puerto en una parte superior del primer extremo, estando el puerto desprovisto de cualquier conexión y configurado para abrir la herramienta a una superficie exterior; un sitio en el primer extremo de la herramienta configurado para acoplar líneas de entrada de agua y combustible a la herramienta; un componente de encendido dispuesto dentro del cuerpo principal configurado para encender aire y combustible para generar una llama; una cámara de combustión que acomoda la llama y se extiende en un segundo extremo opuesto al primer extremo, estando la cámara de combustión definida por una pared y una salida configurada para permitir la salida de los productos quemados al interior del pozo; y un pasaje dentro de la herramienta desde el puerto a la cámara de combustión para permitir el flujo de aire desde el puerto a la cámara de combustión.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0016] Para una mejor apreciación de la invención, se adjuntan las siguientes Figuras:

La FIGURA 1 es una vista en sección transversal de una herramienta generadora de vapor con una llama en su interior.

La FIGURA 2A es una vista en sección transversal de otra herramienta generadora de vapor en un depósito de petróleo que muestra otras boquillas y una carcasa exterior.

La FIGURA 2B es una vista en sección transversal de otra herramienta generadora de vapor en el depósito de petróleo con realizaciones opcionales de soportes de aparatos mezcladores y cono reductor.

La FIGURA 2C es una vista isométrica de la herramienta generadora de vapor que incluye los soportes del aparato mezclador y un cono reductor con extensión.

La FIGURA 3A es una vista en perspectiva de la herramienta generadora de vapor que muestra boquillas en una superficie exterior de la herramienta.

La FIGURA 3B es una vista lateral de la herramienta generadora de vapor que muestra las boquillas en funcionamiento.

La FIGURA 3C es una vista lateral de la herramienta generadora de vapor que muestra boquillas y conductos de extensión de agua en funcionamiento.

La FIGURA 4A es una vista en planta desde arriba de una herramienta generadora de vapor instalada y conectada a la superficie con un umbilical de tubería flexible.

La FIGURA 4B es una vista en planta desde arriba de una herramienta generadora de vapor instalada y conectada a la superficie con un umbilical de múltiples conductos.

La FIGURA 4C es una vista en planta superior de una herramienta generadora de vapor instalada, conectada a la superficie con un umbilical de tubería flexible y con una derivación anular para la entrada de oxidante.

La FIGURA 4D es una vista en sección transversal de la herramienta generadora de vapor que incluye la derivación anular de aire.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0017] La descripción detallada y los ejemplos expuestos a continuación pretenden ser una descripción de varias realizaciones de la presente invención y no pretenden representar las únicas realizaciones contempladas por el inventor. La descripción detallada incluye detalles específicos para proporcionar una comprensión completa de la presente invención. Sin embargo, será evidente para los expertos en la técnica que la presente invención se puede poner en práctica sin estos detalles específicos.

[0018] La invención se refiere en general a una herramienta generadora de vapor y un método de generación de vapor, ya sea en el fondo del pozo o en la superficie, para la inyección de vapor y gases de combustión en un yacimiento de petróleo.

[0019] Si bien la inyección de vapor se usa a menudo en la recuperación de petróleo pesado, los aspectos de la invención no se limitan al uso en la recuperación de petróleo pesado sino que son aplicables a la generación general de vapor. Las aplicaciones incluyen, entre otras, la generación de vapor para la recuperación de petróleo pesado u otras aplicaciones industriales, purificación de agua, etc. Además, la herramienta generadora de vapor, cuando se emplea para la recuperación de petróleo pesado, se puede usar en cualquiera de las múltiples configuraciones, por ejemplo, en superficie, fondo de pozo en orientaciones verticales, horizontales u otras del pozo.

[0020] Con referencia a los dibujos, las Figuras 1, 3A y 3B ilustran una herramienta 100 generadora de vapor configurada para recibir un suministro de combustible y agua y, a partir de ahí, quemar el combustible y generar vapor a partir del agua. La herramienta se puede utilizar en el fondo del pozo o en la superficie. En la realización ilustrada de la Figura 1, la herramienta 100 incluye: un componente de acoplamiento de herramientas 2 configurado para recibir entradas de agua, combustible y oxidante; un componente de desviación de flujo 4 acoplado al componente de acoplamiento y que dirige las entradas a través de la herramienta; y un componente de encendido 5 configurado para encender el combustible para producir una llama F. La herramienta 100 incluye además una cámara de combustión 74 configurada para acomodar la llama; y una pluralidad de boquillas de agua 6, en la superficie externa de la herramienta. Cada una de las boquillas tiene un orificio y están configuradas para expulsar agua sobre la superficie exterior de la cámara de combustión 74. El agua se convierte en vapor durante el funcionamiento de la herramienta 100. El componente de acoplamiento de la herramienta 2 define un primer extremo, que puede considerarse el extremo

superior de la herramienta generadora de vapor, y la cámara de combustión está en el segundo extremo opuesto de la herramienta.

[0021] El componente de acoplamiento, el componente de desviación de flujo 4, el componente de encendido 5, etc. pueden ser partes separadas pero acopladas de la herramienta o pueden estar acopladas permanentemente, como áreas integrales pero simplemente funcionales de la herramienta.

[0022] En uso, se pueden proporcionar una o más líneas de suministro 1 para acoplarse a la herramienta para la entrega de insumos. Las líneas 1 se reciben en el componente de acoplamiento de la herramienta 2. El componente de acoplamiento de la herramienta 2 está configurado para recibir y acoplarse con cualquier línea 1. El componente 2 puede recibir entradas con conexiones que pueden sellarse adecuadamente y permitir un fácil reemplazo, reparación y modificación. Por ejemplo, el componente de acoplamiento de herramientas 2 puede incluir uno o más conectores que proporcionan un enlace entre las múltiples entradas y pasajes que conducen al componente de desvío de flujo 4. Las líneas 1 pueden proporcionar suministro presurizado de entradas como oxidante (por ejemplo, aire), combustible y agua, o control de encendido al componente de acoplamiento de la herramienta 2.

[0023] El componente de desvío de flujo 4 entrega combustible y aire desde el componente 2 al componente de encendido 5 y entrega agua desde el componente 2 a las boquillas 6. El componente de desvío de flujo 4 tiene un primer extremo 41, que recibe suministros del componente de acoplamiento de herramientas 2. El componente de desviación de flujo 4 dirige los suministros dentro de la herramienta para su uso y consumo. El combustible y el aire pueden ser suministrados a la herramienta por las líneas 1, desviados a través de la herramienta por el componente de desviación de flujo 4 y liberados a la cámara de combustión 74, donde se queman. El agua puede introducirse en la herramienta desde la línea 1, desviarse a las boquillas de agua 6 mediante el componente de desvío de flujo 4, donde el agua se libera y, en uso, se vaporiza parcialmente a vapor a medida que el agua fluye a lo largo de la pared exterior de la cámara de combustión o hacia los gases de combustión calientes que salen de la cámara de combustión.

[0024] Específicamente, el componente de desviación de flujo 4 incluye una pluralidad de pasajes 4a, 4b, 4c a través de los cuales fluyen las entradas de combustible, agua y oxidante. Los pasajes incluyen: un pasaje de oxidante 4a que se extiende desde el primer extremo de la herramienta, como desde una entrada en el mismo, hasta la cámara de combustión, un pasaje de agua 4b que se extiende desde el componente de acoplamiento de la herramienta 2 hasta las boquillas 6a y un pasaje de combustible 4c que se extiende desde el componente de acoplamiento de la herramienta 2 hasta la cámara de combustión 74. El componente de desvío de flujo 4 también puede acomodar líneas o conductos de control/alimentación, que se extienden entre el extremo superior 41 y varias ubicaciones en la herramienta, como el componente de encendido 5.

[0025] El componente de encendido 5 está configurado para encender el combustible y el oxidante que fluye hacia la cámara de combustión, por ejemplo, en realizaciones típicas, el componente de encendido 5 tiene una parte abierta a la cámara de combustión 74. Una vez encendido, los flujos de combustible y oxidante continúan fluyendo hacia, y quemar dentro de la cámara de combustión 74. El componente de ignición puede ser un generador de chispas, una superficie calentada, etc. En otra realización, el componente de ignición puede incluir un sistema de suministro para líquidos pirofóricos o hipergólicos.

[0026] El componente de encendido 5 puede ser controlado por un sistema de control que determina cuándo se acciona el componente de encendido. El sistema de control puede tener otras operaciones tales como regular la estabilidad de la llama, el grado de combustión del combustible, o medir los datos estequiométricos, presión de aire y combustible suministrados a la herramienta. Por lo tanto, el sistema de control puede incluir sensores como los ubicados dentro del componente de desvío de flujo 4, el componente de encendido 5 o la cámara de combustión 74. La herramienta puede, por ejemplo, tener una línea de control de encendido que se acopla con una línea de control 19 en la línea 1. Control de encendido la línea 19 puede requerir conexiones eléctricas en el componente 2.

[0027] La cámara de combustión 74 se extiende en el segundo extremo de la herramienta opuesto al extremo superior. La cámara de combustión se define como el espacio dentro de una pared tubular 7 que se extiende en el segundo extremo. La pared tubular tiene una longitud L que se extiende axialmente desde un extremo cerrado, la pared base 50 hasta un extremo abierto que forma una salida 40 desde la cámara. La longitud L puede estar entre 300 y 1000 mm entre el extremo cerrado y el extremo abierto, según los parámetros de funcionamiento de la herramienta y los requisitos de salida.

[0028] La pared de la cámara de combustión 7 tiene una superficie interior 71 que mira hacia la cámara de combustión y una superficie exterior 72, que en la realización de la Figura 1 es una parte de la superficie exterior de la herramienta. La pared 7 puede ser sustancialmente cilíndrica, por ejemplo, una forma cilíndrica hueca, en cuyo caso la superficie interior 71 y la superficie exterior 72 pueden ser generalmente cilíndricas, siendo la superficie interior el diámetro interior de la pared 7 y la superficie exterior 72 el diámetro exterior. de la pared 7 y que define la superficie cilíndrica exterior de la misma.

[0029] La cámara de combustión 74 se define dentro de los límites de la pared base 50 y la superficie interior 71 y su longitud L está entre la pared base 50 y la salida 40, que también define el eje longitudinal de la herramienta y la cámara 74. Durante el funcionamiento, la llama reside en la cámara de combustión 74, con los productos de combustión saliendo de la cámara de combustión en la salida 40.

[0030] El diámetro de la salida 40 de la cámara de combustión puede variar. En una realización, el diámetro a lo largo de la salida 40 es más pequeño que el diámetro más grande a lo largo de la cámara de combustión 74. En otras palabras, el diámetro a lo largo de la abertura en la salida 40 puede ser más pequeño que la dimensión más grande a lo largo del diámetro interior de la pared 7. La pared 7 puede, por lo tanto, incluir un extremo cónico que define la salida estrecha 40. Este extremo cónico puede denominarse boquilla de combustión 75. La boquilla de combustión 75 influye en los gases de combustión que salen, ya que convergen cuando pasan por el diámetro más estrecho. Por lo tanto, la boquilla de combustión 75 genera una contrapresión en la cámara 74, lo que influye en la evacuación de fluidos de la cámara y mitiga el reflujo de fluidos hacia la cámara de combustión.

[0031] Como se apreciará, con el combustible y el oxidante entrando en la cámara de combustión en o junto a la pared de la base 50, la llama se ancla cerca de la pared de la base y queda protegida dentro de la pared 7. La llama genera calor intenso desde donde está anclada y aguas abajo del mismo a lo largo de la llama y el camino de los productos de combustión de la llama. La pared 7 de la cámara de combustión, por lo tanto, se vuelve extremadamente caliente en una posición radial hacia el exterior desde donde se ancla la llama y aguas abajo de la misma hasta la salida 40. El calor se transfiere desde la superficie interior 71 a la superficie exterior 72.

[0032] Las boquillas 6 están conectadas en los extremos de los conductos de agua 4b. Las boquillas se colocan en la superficie exterior del componente 4 junto a la pared 7 y están orientadas y configuradas para rociar agua desde allí a lo largo de la superficie exterior de la pared de combustión 72 hacia la salida 40. A medida que el agua fluye a lo largo de la pared de la cámara de combustión 7 hacia la salida 40 de la combustión cámara, la superficie exterior calentada 72 de la cámara de combustión vaporiza al menos parcialmente el agua en vapor. En particular, el calor de la llama F, en la superficie exterior 72, hace que el agua expulsada de las boquillas se vaporice al menos parcialmente en vapor. En particular, en lugar de colocarse para expulsar agua a la cámara de combustión donde el agua podría afectar negativamente a la llama, las boquillas se colocan fuera de la cámara en la superficie exterior 72. Como tal, los orificios de la boquilla se abren adyacentes a la superficie 72 orientada radialmente hacia el exterior de la pared de la cámara de combustión y en una realización están configurados para expulsar agua al menos en parte axialmente a lo largo de la superficie exterior 72 de la pared 7.

[0033] Las boquillas 6 además de su ubicación en la superficie exterior de la herramienta, pueden colocarse aproximadamente en el lugar donde el combustible y el oxidante ingresan a la cámara de combustión. Por ejemplo, la llama se ancla en o ligeramente aguas abajo de donde se combinan y encienden el aire y el combustible, en la cámara de combustión. Por lo tanto, mientras que las boquillas 6 están en la superficie exterior de la herramienta fuera de la cámara de combustión, las boquillas pueden colocarse aproximadamente en la misma posición axial que las aberturas de paso de aire 4a y combustible 4c a la cámara 74. Esto coloca las boquillas en la aproximadamente en la misma posición axial donde el combustible y el aire entran a la cámara de combustión y justo aguas arriba de donde el combustible y el aire se queman. Por lo tanto, la ubicación de las boquillas 6 aproximadamente en la misma posición axial que las aberturas de paso de aire 4a y combustible 4c a la cámara 74, permite que el agua salga de los pasos 4b a través de las boquillas en un área más fría en la superficie exterior de la herramienta, mientras que el agua se dirige para pasar o incidir en la superficie de la herramienta mucho más caliente radialmente hacia afuera desde donde se establece la llama.

[0034] En la realización ilustrada, las aberturas para los pasajes de aire 4a y combustible 4c a la cámara 74 están en la pared base 50 y, por lo tanto, las boquillas 6 están ubicadas aproximadamente en la ubicación de la pared base 50, que es el extremo superior cerrado de la cámara de combustión. Las boquillas se colocan cerca de o sobre la superficie exterior de la pared de la cámara de combustión radialmente hacia afuera desde la pared de base 50 de la cámara de combustión 74. En una realización, las boquillas pueden estar en la superficie exterior del componente de desvío de flujo 4 posicionadas sustancialmente niveladas, por ejemplo, sustancialmente coplanares con el componente de encendido 5 y las aberturas para los pasajes de aire 4a y combustible 4c dentro de la cámara de combustión 74, que están todos en la pared de base 50.

[0035] La posición de las boquillas en la misma posición axial que la pared de la base 50 asegura que el agua salga de los conductos 4b a través de las boquillas antes de que el agua llegue al área más caliente de la herramienta, que está en la pared 7 entre donde se ancla la llama y el extremo de salida 40. Así, los conductos de agua 4b se extienden sólo a través del componente de acoplamiento 2 y el componente de desviación de flujo 4 para alcanzar las boquillas 6 y no se extienden a través de la herramienta adyacente más allá del área más caliente de la herramienta. En una realización, los pasajes 4b terminan en las boquillas 6 sin pasar dentro de la pared 7.

[0036] La aplicación de agua desde las boquillas 6 a la superficie exterior 72 genera un efecto de enfriamiento en la pared 7 donde el agua se vaporiza parcialmente para formar vapor. Por lo tanto, esta posición de la boquilla protege la pared de la cámara de combustión 7 de la degradación térmica y proporciona una distribución de temperatura uniforme alrededor de la pared de la cámara de combustión 7. Además, mientras que las herramientas de la técnica anterior experimentaban problemas con la acumulación de incrustaciones y el taponamiento de los conductos de agua y las boquillas, la presente herramienta coloca las boquillas aguas arriba del área más caliente de la herramienta para evitar incrustaciones en los conductos de agua y las boquillas. Si bien pueden producirse incrustaciones en la superficie exterior de la herramienta, por ejemplo, en la superficie exterior 72 de la pared 7, el área de superficie abierta grande asegura que dicha incrustación no ocluya el rocío de agua y tienda a caerse o desprenderse. Mientras que las herramientas anteriores a veces requerían agua ablandada, la herramienta actual con su posicionamiento de boquilla único puede funcionar con fuentes de agua impura como agua de proceso, agua superficial, agua salobre, etc.

[0037] En una realización, la superficie exterior 72 de la pared 7 se trata para resistir la acumulación de incrustaciones por la evaporación del agua. Por ejemplo, la superficie exterior al menos entre las boquillas 6 y el extremo de salida 40 puede pulirse o recubrirse con un revestimiento antiadherente como Teflon™, compuestos cerámicos de titanio o materiales similares. Este tratamiento superficial facilita la eliminación de incrustaciones durante el uso y el mantenimiento de rutina.

[0038] Las boquillas 6 pueden estar separadas alrededor de una circunferencia de la herramienta de modo que se aplique agua alrededor de toda la circunferencia de la superficie exterior 72. El número de boquillas 6 depende del caudal, las pérdidas de presión esperadas y la longitud de la cámara de combustión.

[0039] En una realización, como se muestra en la Figura 3A y la Figura 3B, las boquillas 6 pueden instalarse en un hombro 65 en la superficie exterior de la herramienta. El hombro puede estar definido por un cambio en el diámetro exterior de la herramienta de un diámetro exterior más grande en el extremo superior a un diámetro exterior más pequeño en el extremo inferior. El hombro puede estar entre el componente de desviación de flujo 4 y la pared de la cámara de combustión 7. El hombro crea una cara anular sustancialmente perpendicular al eje longitudinal de la herramienta. El hombro 65 mira hacia abajo, de manera que el diámetro exterior de la superficie exterior sustancialmente en y por encima de la pared base 50 es mayor que el diámetro exterior a través de la superficie exterior 72 de la pared de la cámara de combustión. En una realización, las boquillas 6 están montadas en la cara anular del hombro con sus orificios abiertos adyacentes a la cara anular y dirigidos hacia la salida 40 de la cámara de combustión. Como tal, el agua es expulsada axialmente lejos del hombro a lo largo de la superficie exterior de la herramienta, paralela a la pared de la cámara de combustión 7. Las boquillas 6 pueden estar espaciadas uniformemente alrededor de la circunferencia del hombro para asegurar una cobertura de agua adecuada de la pared de la cámara de combustión 7. La Figura 3B muestra las boquillas 6 en funcionamiento, donde el agua se expulsa concéntricamente desde alrededor de la herramienta y hacia la salida 40. Esto proporciona una película de agua a lo largo de la superficie exterior 72 de la pared de la cámara de combustión 7.

[0040] Las boquillas 6 pueden seleccionarse para varios tipos de suministro de pulverización, incluidos abanico, chorro/chorro, neblina o pulverización. Además, la presión del agua y el caudal de agua pueden variar según el tamaño de la herramienta, los criterios de diseño y los requisitos de potencia de la herramienta.

[0041] Si se desea una mayor calidad del vapor o si los productos de combustión que salen por la salida están demasiado calientes, puede ser beneficioso proporcionar más conductos 12 de extensión de agua con extremos distales que tengan boquillas 12a, como se muestra en las Figuras 2A y 3C. Los conductos de extensión 12 se pueden conectar a algunos conductos 4b, como los que terminan en el hombro 65. Como se muestra en la Figura 3C, cada conducto de extensión de agua tubular 12 se puede conectar al componente 4, por ejemplo, al hombro 65, separados e intercalados. entre las boquillas 6, y puede extenderse a lo largo de la longitud L de la pared 7 de la cámara de combustión para terminar cerca de la salida 40 de la cámara de combustión. Pueden usarse conductos 12 de extensión de agua además de las boquillas 6 para proporcionar una fuente adicional de agua. El agua suministrada a la herramienta se puede suministrar y expulsar desde ambas boquillas de agua 6 en la pared de la base 50 y las boquillas de agua 12a instaladas en los conductos de extensión 12. La Figura 3C muestra cómo se puede expulsar agua simultáneamente desde las boquillas 12a y las boquillas 6 del conducto de extensión de agua.

[0042] Las boquillas 12a se colocan cerca de la salida 40, donde los gases de combustión calientes salen de la herramienta al espacio 21. Por lo tanto, las boquillas 12a de los conductos de extensión 12 se pueden colocar para expulsar el agua cerca o directamente en los gases de combustión. El agua suministrada a la herramienta se dirige a los conductos 12 de extensión de agua y es expulsada por las boquillas 12a al espacio 21 donde los gases de combustión calientes salen de la salida 40 de la cámara de combustión, vaporizando así el agua en vapor. Puede haber una pluralidad de conductos 12 de extensión de agua y boquillas 12a como se muestra en la Figura 3C.

[0043] Los conductos 12 de extensión de agua pueden entregar agua directamente a la salida 40 donde los gases de combustión salen al espacio 21. La introducción de agua directamente en los gases de combustión que salen puede

servir para enfriar más directamente los gases de combustión. En particular, los conductos 12 de extensión de agua permiten el enfriamiento directo de los gases de combustión calientes 21 que pasan por la salida 40 de la cámara de combustión. Los conductos 12 de extensión de agua pueden expulsar agua axialmente con respecto a la pared o pueden estar inclinados hacia adentro hacia la salida 40 de la cámara de combustión. Por lo tanto, el agua expulsada de las boquillas 12a puede dirigirse axialmente o en un ángulo radialmente hacia adentro, hacia o debajo de la salida. Por ejemplo, un extremo distal de los conductos 12 de extensión de agua puede tener un ángulo de al menos 45º hacia la salida 40 proporcionando la expulsión de agua al espacio 21 debajo de la salida donde los gases de combustión calientes salen de la cámara de combustión. El número de conductos 12 de extensión de agua puede variar según la calidad de vapor que se desee obtener, el tamaño del pozo, la aplicación y el diseño de la herramienta. Por ejemplo, para una herramienta destinada a ser utilizada en un pozo que tenga un diámetro interior inferior a 229 mm o inferior a 178 mm, se pueden proporcionar entre 4 y 8 conductos 12 de extensión de agua.

[0044] Los conductos 12 de extensión de agua con boquillas 12a tienen el mayor efecto en un ajuste de baja potencia, por ejemplo, 5 millones de BTU/hora. En este caso, el agua expulsada por las boquillas 12a ayuda a enfriar los gases de combustión calientes que salen por la salida 40 de la cámara de combustión.

[0045] Los conductos 12 de extensión de agua están conectados a la herramienta mediante acoplamiento mecánico o soldadura. Como se muestra en la Figura 2A, los conductos de extensión de agua apenas pueden tocar o estar separados de la superficie exterior 72 de la cámara de combustión. En una realización, hay un espacio 66 entre cada conducto 12 y la superficie 72. Por lo tanto, los conductos 12 de extensión de agua pueden aislarse del intenso calor de la pared 7 mediante la película de agua suministrada desde las boquillas 6 que puede fluir hacia el espacio 66 entre los conductos 12 de extensión de agua y la superficie exterior 72 de la cámara de combustión.

[0046] Como se indicó, la herramienta se puede utilizar en el fondo del pozo o en la superficie. Cuando se usa en el fondo del pozo, la herramienta se instala con la cámara de combustión 74 y las boquillas 6 abiertas al área del pozo, como una formación 11 que se va a tratar con vapor. Las Figuras 2A y 2B muestran herramientas 100 cada una instalada dentro de un pozo. Un obturador aislante 3 asegura la herramienta dentro de la pared del pozo, que aquí se muestra como revestimiento 9. El obturador aislante 3 aísla el extremo inferior generador de vapor de la herramienta del pozo sobre el obturador. Por lo tanto, el obturador 3 mantiene el vapor y el calor de la cámara de combustión 74 en el fondo del pozo y evita que el vapor fluya hacia arriba a lo largo del espacio anular alejándose del depósito de petróleo 11. La herramienta puede instalarse cerca de las perforaciones 10 y del depósito de petróleo 11 para reducir posibles daños y perjuicios, pérdida de energía en el revestimiento del pozo 9 y otras formaciones por encima del yacimiento de petróleo. El obturador de aislamiento 3 tiene uno o más elementos obturadores mecánicos, hidráulicos, inflables, hinchables o sin deslizamiento.

[0047] El obturador de aislamiento 3 se instala concéntricamente alrededor de la superficie exterior de la herramienta, encima de la herramienta en una herramienta conectada pero separada o en las líneas 1. El obturador 3 está inicialmente en una posición retraída, cuando no está en uso o cuando se introduce en el pozo, pero cuando está en posición en el pozo, se fija expandiendo los elementos del obturador.

[0048] En una realización, el obturador de aislamiento se instala alrededor de una circunferencia de la herramienta entre el componente de acoplamiento 2 y las boquillas 6. Por lo tanto, cuando se coloca en el pozo, el componente de acoplamiento está boca arriba del obturador y las boquillas 6 y la salida 40 están en el fondo del obturador 3. El obturador 3 aísla el componente de acoplamiento 2 de la comunicación con las boquillas excepto a través de los pasajes 4a, 4b, 4c.

[0049] Cuando se instala en un pozo, se puede emplear un sistema de enfriamiento anular 23 arriba de la herramienta sobre el obturador 3.

[0050] Las Figuras 2A a 2C ilustran otras posibles herramientas generadoras de vapor. Las herramientas ilustradas tienen una estructura convergente para la mezcla forzada de cualquier agua no vaporizada, vapor y gases de combustión aguas abajo de la salida 40 de la cámara de combustión. La estructura convergente es útil para controlar las salidas de calor y vapor de la herramienta. La estructura convergente fuerza el flujo radial hacia adentro y, por lo tanto, la mezcla de cualquier agua no vaporizada y vapor en los gases de combustión que salen por la salida 40, vaporizando así el agua y enfriando los gases de combustión. La estructura convergente puede incluir un cono reductor 14 en el segundo extremo inferior de la herramienta debajo de la salida 40 con un espacio 21 entre ellos.

[0051] El cono reductor incluye paredes laterales cónicas, en forma de embudo, ahusadas, que convergen desde un extremo superior abierto de entrada 14a hasta un extremo inferior abierto de salida 14b. El extremo inferior del cono tiene una abertura de menor diámetro que su extremo superior. El extremo superior más ancho se coloca en la herramienta más cerca de la salida 40 que el extremo inferior 14b.

[0052] En una realización, el extremo superior abierto 14a del cono reductor 14 tiene un diámetro mayor que el diámetro a través de la salida 40 y obliga al agua no vaporizada, al vapor que pasa a lo largo de la superficie exterior 72 a converger con los gases de combustión que salen de la salida 40. En particular, el extremo superior 14a obliga a los fluidos en el espacio 21 a converger para pasar a través de la salida inferior 14b de menor diámetro. En una realización, el extremo superior del cono reductor 14 tiene aproximadamente el mismo diámetro que el revestimiento del pozo en donde se va a utilizar la herramienta, que tiene aproximadamente el mismo diámetro que el obturador 3 cuando se coloca. Por lo tanto, cualquier fluido en el área 21 por debajo de la salida 40 tiene que pasar a través del cono reductor a medida que se aleja de la herramienta. La salida inferior 14b de diámetro más pequeño se puede alargar mediante una extensión de pared sólida de forma cilíndrica de diámetro constante, para controlar la dinámica de flujo del vapor de salida y los gases de combustión de combustión. Por ejemplo, la extensión puede mitigar la formación de corrientes de Foucault cuando los fluidos salen del cono 14.

[0053] El cono reductor 14 se puede acoplar a la herramienta de varias maneras, de modo que se coloque sustancialmente concéntrico con la salida 40 y esté espaciado por debajo de el revestimiento cilíndrica maciza 8 para acoplar el cono 14 en posición sobre la herramienta. Dicha herramienta se ilustra en la Figura 2A. En tal herramienta, el alojamiento exterior 8 encierra el extremo inferior de la herramienta que incluye la pared 7 con boquillas 6 entre ellos. El revestimiento 8 soporta, en su extremo inferior, el cono reductor 14 separado y por debajo de la salida 40 de la cámara de combustión. El alojamiento exterior puede ser una pared maciza de forma cilíndrica. Dado que las boquillas 6 desembocan en el espacio anular entre el revestimiento exterior 8 y la pared 7, el revestimiento exterior 8 y el cono reductor 14 contienen el agua de las boquillas 6 y el vapor y los gases de combustión resultantes inicialmente dentro de la herramienta. Por ejemplo, el agua expulsada de las boquillas 6 crea un flujo de agua entre la pared de la cámara de combustión 7 y el interior de el revestimiento exterior 8. Una herramienta con carcasa exterior 8 puede funcionar con calidades de vapor más altas (>80%) sin dañar el revestimiento del pozo 9 como tal, el revestimiento 8 se sacrifica y protege el revestimiento 9 del intenso calor generado junto a la pared 7. El revestimiento 8 se puede unir de manera desmontable a la herramienta, como al componente 4, y se puede reemplazar durante el mantenimiento.

[0054] Opcionalmente, se puede aplicar a la superficie interior de el revestimiento exterior un tratamiento antiadherente, como un revestimiento como el indicado anteriormente.

[0055] En otra realización, como se ilustra en las Figuras 2B y 2C, la herramienta incluye brazos de soporte 13 que acoplan el cono reductor 14 en el segundo extremo separado de y debajo de la salida 40. Los brazos de soporte 13 se extienden más allá del extremo inferior de la pared 7. Hay muchas opciones para los brazos de soporte 13. Mientras que los soportes 13 pueden configurarse para rodear más completamente la salida exterior 40 y el área 21, en una realización, los soportes 13 son una pluralidad de varillas separadas, delgadas, alargadas, que se extienden axialmente, con áreas abiertas entre ellas, como se muestra en la Figura 2C. Tener sólo una pluralidad de varillas separadas en lugar de una pared cilíndrica sólida reduce el peso, la complejidad y los requisitos de material de la herramienta y deja el espacio anular alrededor de la pared 7 debajo de las boquillas 6 tan abierto como sea posible.

[0056] En una realización, los brazos de soporte 13 están conectados por un collar 13a, asegurado concéntricamente en la herramienta por encima de las boquillas 6, por ejemplo, a la superficie exterior del componente 4 debajo del obturador 3. Los soportes 13 luego se extienden hacia abajo a lo largo del cuerpo principal y la pared de la cámara de combustión y axialmente más allá de la salida 40. Los brazos de soporte 13 son, por lo tanto, más largos que la longitud L de la pared 7 para extenderse desde arriba de las boquillas 6 para terminar debajo de la salida 40.

[0057] Los brazos de soporte 13 y/o el collarín 13a pueden configurarse además para actuar como centralizadores de la herramienta con respecto a el revestimiento en donde está instalada la herramienta. Por ejemplo, los soportes y/o el collar 13a pueden sobresalir diametralmente más allá del diámetro del cuerpo principal de la herramienta, componentes 2 y 4, para definir un diámetro exterior efectivo que sea aproximadamente el mismo diámetro que el revestimiento del pozo en donde se utilizará la herramienta. Cuando los brazos de soporte se utilicen como centralizadores, puede haber al menos tres varillas de soporte separadas que se extiendan axialmente desde el reborde 65 o por encima y estén separadas circunferencialmente para definir un diámetro exterior efectivo que sea aproximadamente el mismo diámetro que el revestimiento del pozo en donde la herramienta que se va a utilizar, que tiene aproximadamente el mismo diámetro que el extremo superior del cono 14 y del obturador 3, cuando está fraguado, que es mayor que los diámetros exteriores de cada uno de los componentes de la herramienta 2, 4 y la pared 7.

[0058] El extremo superior del cono reductor 14a descansa cerca o contra el revestimiento del pozo 9, ya que como se observa, el diámetro del extremo superior es aproximadamente el mismo que el del revestimiento en donde se instala la herramienta. En una realización, hay un sello 15 en el extremo superior del cono reductor 14. El sello puede ser un anillo que se extiende alrededor de toda la circunferencia del extremo superior 14a y el diámetro del anillo se selecciona para que se desvíe contra el revestimiento del pozo 9. El sello 15 puede estar hecho de una variedad de materiales resistentes a altas temperaturas, por ejemplo, compuestos de caucho para altas temperaturas, teflón o materiales similares.

[0059] En esta realización, el revestimiento del pozo 9 se usa para contener el agua, el vapor y los productos de combustión dentro de las boquillas debajo del pozo. Por ejemplo, el agua de las boquillas 6 y el vapor resultante fluyen a lo largo del espacio entre el revestimiento del pozo 9, los brazos 13 y la pared 7, hasta que alcanzan el sello 15 y el cono 14, donde convergen hacia adentro en los gases de combustión que salen de la salida 40.

[0060] Las Figuras 4A a 4C muestran vistas en planta desde arriba de una pluralidad de herramientas instaladas en el revestimiento del pozo 9. Estas Figuras ilustran configuraciones opcionales para las líneas de entrada 1 tales como las líneas para aire 17, combustible 18, control/energía de encendido 19 y agua 20. En la realización de la Figura 4A, todas las líneas están agrupadas con un tubo de mayor diámetro que aloja tubos de menor diámetro en su interior. Las líneas de combustible, agua y control 18, 19, 20 son las líneas de menor diámetro y la línea de aire 17 es efectivamente el espacio restante dentro del tubo de mayor diámetro. El componente de acoplamiento de herramientas 2 incluye un sitio de conexión para el tubo de mayor diámetro a través del cual fluye el aire y sitios de conexión para agua 20, combustible 18 y control de encendido 19.

[0061] En otra realización, se pueden agrupar una pluralidad de líneas, por ejemplo configuradas como un umbilical 1a de múltiples conductos, como se muestra en la Figura 4B. El cable umbilical de conductos múltiples 1a se puede acoplar a la herramienta en el componente de acoplamiento de herramientas 2. Un cable umbilical de conductos múltiples se puede agrupar usando tubería, tubería enrollada concéntrica, manguera trenzada flexible, envolturas. Un umbilical de conductos múltiples se conoce como tubo Armorpak™ y se describe en la Patente de Estados Unidos No. 10,273,790.

[0062] El diámetro exterior de las líneas 1, 1a puede depender de los requisitos de presión de la aplicación de la herramienta. Por ejemplo, para la producción de petróleo pesado, el diámetro exterior de la tubería puede oscilar entre 60 y 114 mm y entre 15 y 60 mm para la tubería Armorpak. Las líneas de entrada, como la línea de aire 17 o la línea de combustible 18, pueden entregar el mayor volumen de entradas a la herramienta en comparación con el agua 20 y, por lo tanto, pueden configurarse para asegurar rígidamente la herramienta 100 a la superficie durante las aplicaciones de fondo de pozo.

[0063] En una realización alternativa que se muestra en las Figuras 4C y 4D, la herramienta está configurada para recibir aire del entorno a través de un puerto 90 en la superficie exterior de la herramienta en lugar de un suministro a través de una línea. En tal realización, la herramienta 100 incluye un puerto de entrada de oxidante 90 en su extremo superior, como en los componentes de la herramienta 2 o 4. Mientras que la línea de combustible 18, la línea de agua 20 y la línea de control 19 están cada una conectada en sitios separados o agrupados a la herramienta, el aire es proporcionado a través del espacio anular del pozo y entra a la herramienta en el puerto 90. El puerto 90 puede estar desprovisto de cualquier tipo de conexión para las líneas de entrada, por ejemplo, conexiones rápidas, conexiones roscadas, conexiones Armorpak, conexiones de tubería flexible o conexiones agrupadas. El puerto 90 comunica con un pasaje que conduce a la cámara de combustión. El pasaje puede configurarse para permitir que el aire fluya desde el puerto 90 a la cámara de combustión. Puede haber una trampa de desechos o agua tal como una pantalla 92 sobre el puerto 90 para evitar que el puerto 90 y su pasaje se tapen con desechos o impurezas. En esta realización, no hay una línea que suministre aire a la herramienta, sino que se puede aspirar aire hacia la herramienta desde la parte superior del pozo de la herramienta. El oxidante, como el aire, puede bombearse hacia el interior del pozo de la herramienta. El puerto 90 proporciona una herramienta de derivación anular. La derivación anular se puede utilizar, por ejemplo, en los casos en que se requieran grandes volúmenes de aire. En estos casos, el uso del desvío anular permite reducir las presiones de superficie e inyección para gestionar la presión total del sistema.

[0064] El aire del interior del revestimiento del pozo 9 puede fluir hacia el puerto 90 y ser desviado a través del componente de desvío de flujo 4 a la cámara 74. Durante las operaciones de fondo de pozo, la derivación anular a través del puerto 90 permite presiones operativas más bajas en la superficie del pozo en comparación con la entrega de oxidante por línea, ya que el área de flujo en el espacio anular es varias veces mayor que el área de flujo a través de las líneas de entrada 1. Como resultado, el puerto 90 puede ser útil cuando el revestimiento del pozo 9 es estrecha para proporcionar presiones operativas óptimas en la superficie de la herramienta. Además, los compresores que se usan para entregar entradas en el fondo del pozo pueden ser más económicos cuando el aire se entrega a través del puerto 90. Al usar el espacio anular para entregar aire a través del puerto 90, el combustible suplementario 17 y el agua 20 se pueden entregar a través de las líneas de entrada 1.

[0065] En otro aspecto de la invención, como se muestra en la Figura 4C, la herramienta incluye un sensor de temperatura 24, que puede controlarse a través de las líneas 1 o de forma remota. También se pueden usar otros sensores, por ejemplo, un sensor de presión o químico. Los sensores pueden detectar parámetros indicativos de operaciones o fallas como sobrecalentamiento o fugas. Puede haber sensores arriba (como se muestra) y debajo del empacador 3.

[0066] El diámetro exterior de la herramienta del generador de vapor 100 puede variar según el diámetro interior del revestimiento del pozo 9. La herramienta del generador de vapor debe tener un diámetro exterior menor que el

diámetro interior del revestimiento del pozo 9. Normalmente, el diámetro interior del pozo puede ser inferior a 200 mm o inferior a 125 mm, en tales casos la herramienta puede tener un diámetro exterior máximo de aproximadamente 190 a 120 mm para encajar dentro del revestimiento del pozo 9.

[0067] Durante las aplicaciones de fondo de pozo de la herramienta generadora de vapor, el diámetro exterior de la herramienta puede estar limitado por el tamaño del revestimiento del pozo 9, mientras que durante las aplicaciones de superficie de la herramienta no hay limitación de tamaño.

[0068] En otra realización, se proporciona un método para generar vapor tal como para inyección a un depósito 11 para producir petróleo del depósito de petróleo. El método comprende: suministrar aire, agua y combustible a la herramienta generadora de vapor; encender el combustible para crear una llama dentro de la cámara de combustión 74; expulsar agua de las boquillas 6 a lo largo del exterior de la pared de la cámara de combustión 7 de manera que el agua se vaporice parcialmente para formar vapor y fluya a lo largo de una superficie exterior 72 de la pared de la cámara de combustión 7 mientras los gases de combustión de la llama fluyen dentro de la cámara de combustión a través el diámetro interior definido dentro de la superficie interior 71 de la pared; y mezclar el vapor y los gases de combustión en una salida 40 de la cámara de combustión. La mezcla de vapor y gases de combustión se puede comunicar al depósito.

[0069] El suministro de aire, agua y combustible a la herramienta puede lograrse usando varios métodos. Por ejemplo, el umbilical de múltiples conductos puede suministrar entradas a la herramienta. Alternativamente, el espacio entre la herramienta y el revestimiento del pozo 9, específicamente el espacio anular, puede proporcionar un camino para entradas como el aire, donde la herramienta incluye el puerto 90. El componente de encendido 5 puede usarse para iniciar la combustión del combustible y el aire suministrados para producir la llama dentro del interior de la cámara de combustión. El agua que fluye hacia la herramienta a través del umbilical de múltiples conductos puede expulsarse a través de las boquillas de agua 6 fuera de la cámara de combustión donde se ancla la llama. Las boquillas 6 pueden estar orientadas de manera que el agua pueda ser expulsada al menos en parte axialmente hacia la salida 40 de la cámara de combustión. El agua que fluye a lo largo de la longitud L de la pared 7 de la cámara de combustión calentada, enfría la pared y se vaporiza a vapor. Solo cuando el vapor y el agua no vaporizada alcanzan el extremo inferior de la pared entran en contacto con los gases de combustión que salen por la salida 40.

[0070] El vapor y los gases de combustión, y cualquier agua no vaporizada, pueden dirigirse para que converjan, por ejemplo, al pasar a través del cono reductor 14 antes de ingresar al depósito de petróleo 11. El cono reductor canaliza y fuerza la mezcla del vapor y/o agua después de viajar a lo largo la pared de la cámara de combustión 7 y los gases de combustión que salen por la salida 40 de la cámara de combustión. Esto aumenta la calidad del vapor y reduce las temperaturas de salida de los gases de combustión.

[0071] Debido a que la herramienta vaporiza agua en su superficie exterior, el agua suministrada a la herramienta 100 puede ser impura, por ejemplo, agua dulce, agua salobre o agua de mar. El vapor generado por la herramienta 100 puede incluir vapor sobrecalentado.

[0072] Se puede emplear una variedad de combustibles diferentes, por ejemplo, gas natural, gas sintético, propano, hidrógeno o combustibles líquidos.

[0073] Para su uso en depósitos de petróleo típicos, la presión del aire o de los gases se puede controlar a unas 20 atmósferas (2,000 kPa) a unas 70 atmósferas (7,000 kPa) y la salida de la herramienta se puede controlar a más de 10 MM Btu/hora.

[0074] La herramienta está compuesta de materiales seleccionados para los rigores del fondo del pozo, como altas temperaturas, vapor y fluidos corrosivos.

[0075] Los componentes de la herramienta 100 generadora de vapor son sencillos y flexibles, lo que facilita su uso, inspección, reparación y modificación. La herramienta y el método de uso de la herramienta para producir vapor reducen o retrasan la contaminación ambiental. Debido al diseño y la configuración de los componentes, la herramienta puede soportar altas temperaturas y presiones durante el uso repetido. Además, la herramienta es capaz de presurizar y/o volver a presurizar el depósito de petróleo, ya que se pueden inyectar gases de combustión y vapor en el pozo a diversas presiones. La salida de alta potencia de la herramienta proporciona un funcionamiento prolongado en muchas aplicaciones.

[0076] Cláusulas:

a. Una herramienta para generar vapor y gases de combustión para producir petróleo a partir de un pozo de petróleo, comprendiendo la herramienta: un cuerpo principal con un primer extremo configurado para recibir entradas, incluyendo las entradas aire, combustible y agua; un componente de encendido dentro de la

herramienta configurado para encender combustible y aire para generar una llama; una cámara de combustión para alojar la llama, extendiéndose la cámara de combustión en un segundo extremo del cuerpo principal opuesto al primer extremo y definido por una pared y una salida configurada para permitir la salida de los productos de la combustión; y un paso de agua que se extiende a través del cuerpo principal desde el primer extremo y termina en una boquilla en una superficie exterior de la herramienta, la boquilla configurada para dirigir un flujo de agua al menos en parte axialmente a lo largo de una longitud exterior de la pared exterior de la cámara de combustión, en donde el agua se vaporiza al menos parcialmente a lo largo de la longitud exterior de la pared para generar vapor.

b. La herramienta de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, en donde la boquilla está situada aproximadamente en la posición por la que el aire y el combustible entran en la cámara de combustión.

c. La herramienta de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, en donde la boquilla está ubicada diametralmente hacia afuera de un dispositivo de encendido dentro de la cámara de combustión.

d. La herramienta de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, donde el primer extremo incluye un sitio de conexión configurado para recibir una línea de entrada.

e. La herramienta de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, en donde el primer extremo incluye un puerto configurado para recibir aire desde una superficie exterior de la herramienta además de una línea de entrada.

f. La herramienta de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, en donde las entradas incluyen además control de encendido o encendido.

g. La herramienta de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, en donde se agrupan los insumos.

h. La herramienta de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, que comprende además un cono reductor espaciado debajo de la salida de la cámara de combustión, teniendo el cono reductor un extremo superior abierto y un extremo inferior abierto que es más estrecho que el extremo superior, configurado el cono reductor para recoger y combine el vapor y los gases de combustión debajo de la salida.

i. La herramienta de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, que comprende además un sello elástico que rodea el extremo superior abierto del cono reductor.

j. La herramienta de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, que comprende además una carcasa exterior que acopla el cono reductor a la herramienta, teniendo el revestimiento exterior una pared maciza que rodea la pared de la cámara de combustión y con la boquilla posicionada en un espacio anular entre la pared maciza y la pared.

k. La herramienta de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, que comprende además brazos de soporte que acoplan el cono reductor a la herramienta, siendo cada uno de los brazos de soporte una estructura en forma de varilla que se extiende más allá de la salida de la cámara de combustión.

l. La herramienta de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, que comprende además un obturador aislante que rodea la herramienta entre el primer extremo y la boquilla.

m. La herramienta de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, en donde la boquilla es una de una pluralidad de boquillas situadas alrededor de una circunferencia exterior de la herramienta.

n. La herramienta de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, que comprende además un conducto de extensión de agua, el conducto de extensión de agua tiene una estructura tubular que se extiende a lo largo de la longitud exterior de la pared y termina en un orificio próximo a la salida de la cámara de combustión, estando el orificio configurado para expulsar agua a través de la salida de la cámara de combustión.

o. La herramienta de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, en donde un extremo distal del conducto de extensión de agua termina en un ángulo hacia adentro con respecto a la longitud exterior de la pared hacia la salida de la cámara de combustión.

p. Un método para generar vapor a partir de una herramienta generadora de vapor para producir petróleo a partir de un depósito de petróleo, comprendiendo el método: quemar aire y combustible dentro de una cámara de combustión de la herramienta generadora de vapor; expulsar agua desde una boquilla en una superficie exterior de la herramienta generadora de vapor para así vaporizar el agua y generar vapor externo a la cámara de combustión; y permitir que el vapor y los gases de combustión de la cámara de combustión se mezclen sólo después de que los gases de combustión salgan de la cámara de combustión y antes de que el vapor y los gases de combustión entren en contacto con el depósito de petróleo.

q. El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, en donde expulsar agua incluye dirigir agua contra una superficie de pared externa de la cámara de combustión.

r. El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, en donde la cámara de combustión se define dentro de una pared lateral tubular y comprende además entradas de combustible y aire a la cámara de combustión, y la combustión incluye anclar una llama de combustión dentro de la pared lateral aguas abajo de las entradas de combustible, y expulsar aire y agua incluye suministrar agua a través de la herramienta y liberar el agua de la herramienta y contra una superficie de pared externa de la pared lateral.

s. El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, en donde la liberación se produce entre un extremo superior de la herramienta generadora de vapor y una posición diametralmente exterior de donde se ancla la llama de combustión.

t. El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, en donde expulsar agua incluye además rociar agua a través de una salida de la cámara de combustión hacia los gases de combustión que salen de la cámara de combustión.

u. El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, que comprende además forzar el vapor y los gases de combustión a través de un cono convergente situado aguas abajo de la cámara de combustión.

v. El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, en donde el aire para la herramienta generadora de vapor proviene del pozo encima de la herramienta, aparte de una línea de entrada.

w. El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas, en donde el aire entra en la herramienta generadora de vapor a través de un puerto en la superficie exterior de la herramienta aparte de una línea de entrada.

x. Una herramienta para generar vapor y gases de combustión para producir petróleo a partir de un pozo de petróleo, comprendiendo la herramienta:
un cuerpo principal con un primer extremo que incluye un sitio de conexión para recibir una conexión de una línea de entrada de combustible y/o agua y un puerto de entrada de aire configurado para recibir aire de la atmósfera alrededor de la herramienta;
un componente de encendido dispuesto dentro del cuerpo principal configurado para encender el aire y el combustible para generar una llama;
una cámara de combustión para alojar la llama y que se extiende en un segundo extremo del cuerpo principal opuesto al primer extremo, la cámara de combustión definida por una pared y una salida configurada para permitir la salida de los productos quemados de la cámara de combustión; y
un pasaje dentro de la herramienta desde el puerto de entrada de aire a la cámara de combustión para permitir el flujo de aire desde el puerto a la cámara de combustión; y opcionalmente al menos uno de los que comprende además un obturador de aislamiento que rodea la herramienta y en donde el puerto de entrada de aire está colocado entre un extremo superior del primer extremo y el obturador de aislamiento y en donde el puerto de entrada de aire incluye un componente para filtrar el agua o los desechos para que no entren en el paso.

y. Un método para generar vapor a partir de una herramienta generadora de vapor, comprendiendo el método: recibir aire en la herramienta generadora de vapor desde la atmósfera dentro del pozo, que está abierto a una superficie exterior de la herramienta generadora de vapor; quemar el aire y el combustible dentro de una cámara de combustión de la herramienta generadora de vapor para generar calor; y expulsar agua para que se vaporice en vapor por el calor generado por la herramienta generadora de vapor y, opcionalmente, recibir aire incluye filtrar agua y desechos del aire en una superficie exterior de la herramienta.

[0077] La descripción y los dibujos son para permitir que el experto comprenda mejor la invención. La invención no está limitada por la descripción y los dibujos, sino que se le da una interpretación amplia.