

EQUIPO DE ALINEACION PARA LIMPIEZA PROFUNDA.

Referencias Cruzadas a Solicitudes Relacionadas

La presente solicitud es una solicitud de continuación parcial que reivindica la prioridad de la Solicitud de Patente US N° de serie 17/729.133 presentada el 26 de abril de 2022 y titulada “*Equipos de Alineación para Limpieza Profunda*”, que reivindica la prioridad de la Solicitud de Patente US N° de serie 16/204.281 presentada el 29 de noviembre de 2018 y titulada “*Equipos de Alineación para Limpieza Profunda*”, que se emitió como Patente US N° 11.313.632 el 26 de abril de 2022, que reivindica la prioridad de la Solicitud de Patente Provisional US N° de serie 62/597.179, presentada el 11 de diciembre de 2017 y titulada “*Equipos de Alineación para Limpieza Profunda*”, el contenido completo de ambas se incorpora expresamente por la presente como referencia en la presente solicitud.

Antecedentes de la Invención

1. Campo de la Invención

La invención se refiere en general a plantas de energía que producen electricidad, incluyendo un generador de vapor de recuperación de calor (HRSG) con tubos de caldera en su interior y, en particular, a equipos utilizados para mejorar la facilidad con la que se pueden limpiar los módulos que albergan estos tubos de caldera.

2. Discusión de la Técnica Relacionada

Una planta de energía de ciclo combinado utiliza tanto una turbina de gas como una de vapor juntas para producir hasta un 50 por ciento más de electricidad a partir del mismo combustible que una planta tradicional de ciclo simple. El calor residual de la turbina de gas se dirige a través de un Generador de Vapor de Recuperación de Calor (HRSG) a la turbina de vapor cercana, que genera energía adicional. Los tubos de caldera dentro de estos HRSG están contenidos dentro de módulos de diferentes tamaños y tienen un número variable de tubos dentro de cada módulo. Los módulos en el HRSG generalmente consisten en alguna

composición de los siguientes módulos: Agua de alimentación 1, Agua de alimentación 2, Economizador LP, Economizador IP, Economizador HP, Evaporador LP, Evaporador IP, Evaporador HP, Precalentador LP, Precalentador IP, Precalentador HP, Sobrecalentador LP, Sobrecalentador IP, Sobrecalentador HP, Recalentador LP, Recalentador IP y Recalentador HP. Cuando estos sistemas se ensucian, la tasa de transferencia de calor puede reducirse, lo que a su vez reduce la eficiencia de tales sistemas.

La limpieza del interior de los módulos puede ser muy difícil. En el pasado, los métodos disponibles solo podían limpiar las primeras dos filas de tubos. Al crear un carril de acceso entre los tubos de la caldera, se puede crear suficiente espacio entre los tubos para insertar varillas especializadas que permitan limpiar todos los tubos de la caldera en el módulo. En el pasado, este espacio se creaba insertando una lanza metálica puntiaguda en forma de cuña entre los tubos. Una vez que se crea el carril de acceso, se utiliza una varilla para rociar un líquido o gas, tradicionalmente aire, para limpiar los tubos y los componentes asociados. A menudo, estas varillas están configuradas simplemente para rociar aire directamente por delante. Como resultado, la varilla debe insertarse en todas y cada una de las filas de tubos para limpiar todo el HRSG.

Tradicionalmente, estas barras en forma de cuña estaban hechas de acero. De manera similar, la mayoría de los tubos dentro de los HRSG están hechos de acero al carbono, acero inoxidable, T22 o T19. Debido al material duro de la cuña, el uso de estas cuñas a menudo presentaba el riesgo de dañar los tubos o las aletas asociadas. Además, las cuñas son tradicionalmente una lanza puntiaguda con una altura mínima, lo que aumenta la cantidad de estrés causado donde la cuña toca los tubos. Además, estas cuñas a menudo son pesadas y costosas de transportar. Además, si bien el aire es eficaz para limpiar algunos carriles de tubos, puede ser ineficaz para limpiar depósitos duros.

Por lo tanto, lo que se necesita es un equipo de alineación para limpieza profunda que permita que los tubos se extiendan para crear un carril de acceso que no dañe los tubos o las aletas asociadas. Lo que se necesita además es un equipo de alineación para limpieza profunda configurado para rociar varios líquidos o gases sobre los tubos y las aletas asociadas para

limpiar el HRSG. Lo que se necesita además es una varilla de limpieza capaz de rociar los líquidos o gases en una variedad de ángulos diferentes con respecto a los carriles de los tubos.

Resumen y Objetos de la Invención

A modo de resumen, la presente invención está dirigida a un equipo de alineación para limpieza profunda que se utiliza para limpiar un sistema generador de vapor de recuperación de calor y un método asociado con el mismo. El sistema generador de vapor de recuperación de calor puede incluir un sinnúmero de tubos metálicos. Estos tubos pueden montarse verticalmente, horizontalmente o en varios otros ángulos. Cada uno de estos tubos puede incluir una base con un sinnúmero de aletas que se extienden hacia afuera desde la base.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, el equipo de alineación para limpieza profunda puede incluir una cuña alargada. La cuña alargada incluye un ancho, una longitud y una altura y puede estar configurada para entrar en contacto con los tubos y las aletas y extenderlos para formar un canal entre los tubos. La cuña alargada está configurada para entrar en contacto con los tubos y las aletas alrededor de un área de superficie extendida. A su vez, esto minimiza una fuerza de tensión entre la cuña y los tubos.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, la cuña puede tener una altura de al menos seis pulgadas. La cuña puede tener además una altura de al menos ocho pulgadas. Además, la cuña puede tener un ancho de al menos media pulgada. Además, la cuña podría tener un ancho de una pulgada. Adicionalmente, la cuña puede tener una longitud de al menos tres pies y medio. De manera similar, la cuña puede tener una longitud de al menos cinco pies.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, el equipo de alineación para limpieza profunda puede incluir una cuña compuesta. El compuesto puede ser más blando que el material metálico de los tubos y aletas asociadas. Por ejemplo, el compuesto podría ser un nylon de carbono de alta resistencia. Más específicamente, la cuña puede estar hecha de nylon 12CF. En otras realizaciones, la cuña puede ser de un material metálico u otro material duro. En otras realizaciones más, la cuña puede estar hecha de un material metálico u otro material duro, pero

cubierta de un compuesto u otro material más blando. La cuña puede incluir o no un mango para agarrar.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, el equipo de alineación para limpieza profunda puede incluir una varilla. La varilla puede estar configurada para rociar un líquido o un gas sobre el sistema generador de vapor de recuperación de calor. Además, la varilla puede estar configurada para ser insertable de manera extraíble en el canal formado por la cuña. La varilla puede tener un primer extremo y un segundo extremo opuesto al primer extremo. En el primer extremo, se monta un mango en la varilla. En un segundo extremo, se puede formar una salida. Por ejemplo, la salida puede estar configurada para rociar un líquido o un gas en un ángulo de aproximadamente 30 grados, 45 grados o en otros ángulos con respecto al canal.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se pueden proporcionar múltiples varillas. Más específicamente, se puede proporcionar una primera varilla y se puede proporcionar una segunda varilla. La primera varilla puede estar configurada para empujar los desechos hacia adelante. Además, la segunda varilla puede estar configurada para disparar un líquido o un gas. Por ejemplo, la segunda varilla puede estar configurada para disparar hielo seco. Como se indicó anteriormente, cada varilla puede estar configurada para rociar líquido o gas en un ángulo de aproximadamente 30 grados, 45 grados o cualquier otro ángulo con respecto al canal.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se describe un método para utilizar un equipo de alineación para limpieza profunda utilizado para limpiar un sistema generador de vapor de recuperación de calor. El método incluye el paso de insertar una cuña compuesta alargada que tiene un ancho, una longitud y una altura, entre los tubos para separar los tubos y formar un canal entre ellos. El método también puede incluir los pasos de insertar una varilla en el canal y rociar un líquido o un gas a través de la varilla para limpiar los tubos y las aletas. El método puede incluir además los pasos de insertar una primera cuña compuesta alargada que tiene un primer ancho entre los tubos y, a continuación, insertar una segunda cuña compuesta alargada que tiene un segundo ancho entre los tubos, donde el primer ancho es menor que el segundo ancho. Además, el método puede incluir el paso de rociar una cantidad de hielo seco a través de la varilla hasta una salida para limpiar los tubos y las aletas, donde la salida rocía la

cantidad de hielo seco en un ángulo de aproximadamente 30 grados, 45 grados o cualquier otro ángulo con respecto al canal.

De acuerdo con otros aspectos de la presente invención, los diversos componentes pueden estar hechos de un material metálico. En otras realizaciones, los diversos componentes pueden estar hechos de materiales compuestos u otros materiales. De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, la cuña puede tener un mango en un extremo. En otras realizaciones, la cuña puede no tener un mango.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, la cuña puede tener de aproximadamente seis pulgadas a aproximadamente nueve pies de largo, y más preferentemente entre aproximadamente tres pies y aproximadamente cinco pies de largo. Además, la cuña puede tener una altura de aproximadamente media pulgada (a una altura de aproximadamente dos pies, y más preferentemente tiene una altura entre aproximadamente dos pulgadas y aproximadamente ocho pulgadas. Además, la cuña puede tener un ancho de entre aproximadamente 1/8 de pulgada y aproximadamente cuatro pulgadas, y más preferentemente entre aproximadamente media pulgada y aproximadamente una pulgada y media.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, la cuña puede tener al menos una, y más preferentemente múltiples aberturas formadas en la cuña. Estas aberturas están configuradas de manera que se pueden insertar varios dispositivos en una o más de las aberturas para acelerar y simplificar la extracción de la cuña del sistema generador de vapor de recuperación de calor. Por ejemplo, se puede insertar una palanca, un soporte en L u otro dispositivo en una o más de las aberturas, en cuyo caso el dispositivo se puede utilizar como un voladizo para ayudar a desalojar la cuña del sistema generador de vapor de recuperación de calor. Por ejemplo, un usuario puede utilizar primero una abertura más externa ubicada más cerca del extremo de la cuña que no está insertada en el sistema generador de vapor de recuperación de calor. Una vez que la cuña se aleja del sistema generador de vapor de recuperación de calor, el dispositivo puede insertarse en una segunda abertura que queda expuesta cuando la cuña se mueve inicialmente. El dispositivo puede entonces mover la cuña más lejos del sistema generador de vapor de recuperación de calor. Se pueden incluir tantas aberturas como sean necesarias para retirar gradualmente la cuña del sistema generador de

vapor de recuperación de calor. Además, los dispositivos utilizados para acoplarse a las aberturas y retirar la cuña del sistema generador de vapor de recuperación de calor pueden ser un dispositivo mecánico donde un usuario utiliza fuerza para retirar la cuña, o se puede utilizar un dispositivo neumático para simplificar y acelerar la retirada de la cuña del sistema generador de vapor de recuperación de calor. Estos orificios o aberturas pueden tener cualquier tamaño deseado y cualquier espaciamiento deseado, por ejemplo no menos de aproximadamente 1/16 entre orificios consecutivos, y no más de aproximadamente tres pies entre orificios consecutivos.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, la cuña también puede ser una cuña de varias piezas. Por ejemplo, la cuña puede venir en dos o más piezas, lo que podría permitir potencialmente un transporte más barato y/o más fácil de la cuña de un lugar a otro. A modo de ejemplo y no de limitación, las diversas piezas de la cuña de múltiples piezas pueden fijarse entre sí utilizando aberturas roscadas, componentes entrelazados, conexiones de sierra de calar y similares.

Estos y otros aspectos y objetos de la presente invención se apreciarán y entenderán mejor cuando se consideren junto con la siguiente descripción y los dibujos adjuntos. Sin embargo, debe entenderse que la siguiente descripción, si bien indica realizaciones preferidas de la presente invención, se da a modo de ilustración y no de limitación. Se pueden realizar muchos cambios y modificaciones dentro del alcance de la presente invención sin apartarse del espíritu de la misma, y la invención incluye todas esas modificaciones.

Breve Descripción de los Dibujos

Una concepción clara de las ventajas y características que constituyen la presente invención, y de la construcción y funcionamiento de los mecanismos típicos proporcionados con la presente invención, se hará más evidente haciendo referencia a las realizaciones ejemplares, y por lo tanto no limitativas, ilustradas en los dibujos que acompañan y forman parte de esta especificación, donde los mismos números de referencia designan los mismos elementos en las diversas vistas, y en los cuales:

La Figura 1 ilustra una vista isométrica de un equipo de alineación para limpieza profunda que incluye una cuña;

La Figura 2 ilustra una vista en planta superior o inferior del equipo de alineación para limpieza profunda que incluye la cuña de la Figura 1;

La Figura 3 es una vista alzada lateral del equipo de alineación para limpieza profunda que incluye la cuña de la Figura 1;

La Figura 4 es una vista alzada frontal del equipo de alineación para limpieza profunda que incluye la cuña alargada de la Figura 1;

La Figura 5 es una vista alzada posterior del equipo de alineación para limpieza profunda que incluye la cuña alargada de la Figura 1;

La Figura 6 es una vista isométrica del equipo de alineación para limpieza profunda de la Figura 1 a medida que la cuña se inserta en un generador de vapor de recuperación de calor para extender un sinnúmero de tubos para crear un canal para una varilla de limpieza;

La Figura 7 es una vista en planta superior del equipo de alineación para limpieza profunda con la cuña extendiendo el sinnúmero de tubos y la varilla de limpieza dispensando una solución de limpieza al generador de vapor de recuperación de calor;

La Figura 8 es una vista en planta superior del equipo de alineación para limpieza profunda con la cuña extendiendo el sinnúmero de tubos y la varilla de limpieza dispensando una solución de limpieza al generador de vapor de recuperación de calor donde los tubos están en una configuración escalonada;

La Figura 9 es una vista en perspectiva de una realización de una varilla utilizada con el equipo de alineación para limpieza profunda;

La Figura 10 es una vista detallada de una salida de la varilla de la Figura 9;

La Figura 11 es otra vista en perspectiva de la varilla que incluye un mango asociado con la misma;

La Figura 12 es una vista en perspectiva de una boquilla potencial utilizada con el equipo de alineación para limpieza profunda;

La Figura 13 es una vista en perspectiva del equipo de alineación para limpieza profunda donde la cuña se ha introducido entre los tubos y las aletas asociados con el generador de vapor de recuperación de calor antes de que haya comenzado la limpieza;

La Figura 14 es una vista en perspectiva del equipo de alineación para limpieza profunda donde la cuña se ha introducido entre los tubos y las aletas asociados con el generador de vapor de recuperación de calor después de que se ha completado la limpieza;

La Figura 15 es una vista en perspectiva despiezada de una realización del equipo de alineación para limpieza profunda donde la cuña es una cuña de varias piezas;

La Figura 16 es una vista en perspectiva de la cuña de la Figura 15 en una vista ensamblada;

La Figura 17 es una vista en elevación lateral de una realización del equipo de alineación para limpieza profunda con una cuña que tiene múltiples aberturas formadas en la misma;

La Figura 18 es una vista en perspectiva de la cuña de la Figura 17 con un soporte de extracción instalado en relación con una de las múltiples aberturas;

La Figura 19 es una vista en perspectiva de la cuña de las Figuras 17-18 insertada en un sistema generador de vapor de recuperación de calor con el soporte extraíble insertado en la misma para extraer la cuña del sistema;

La Figura 20 es una vista en perspectiva de otra realización de una cuña en uso con una placa;

La Figura 21 es una vista en alzado lateral de la cuña en uso con la placa de la Figura 20;

La Figura 22 es una vista en alzado frontal de la cuña en uso con la placa de las Figuras 20 y 21;

La Figura 23 es una vista en despiece de la cuña y la placa de las Figuras 20-22;

La Figura 24 es una vista en perspectiva de otra realización de una cuña en uso con una placa;

La Figura 25 es una vista en planta superior de la cuña y la placa de la Figura 24;

La Figura 26 es una vista en despiece de la cuña y la placa de las Figuras 24 y 25;

La Figura 27 es una vista en planta superior de otra realización de una cuña que es expandible y colapsable en una primera configuración;

La Figura 28 es una vista en planta superior de la cuña de la Figura 27 en una segunda configuración;

La Figura 29 es una vista en perspectiva de la cuña de las Figuras 27 y 28 en la primera configuración;

La Figura 30 es una vista en perspectiva de la cuña de las Figuras 27-29 en la segunda configuración;

La Figura 31 es una vista en perspectiva de otra realización de una cuña que es expandible y colapsable en una primera configuración; y

La Figura 32 es una vista en perspectiva de la cuña de la Figura 31 en una segunda configuración;

Al describir la realización preferida de la invención que se ilustra en los dibujos, se recurrirá a terminología específica en aras de la claridad. Sin embargo, no se pretende que la invención se limite a los términos específicos seleccionados de esta manera y se debe entender que cada término específico incluye todos los equivalentes técnicos que funcionan de manera similar para lograr un propósito similar. Por ejemplo, a menudo se utilizan la palabra conectado, unido o términos similares a los mismos. No se limitan a la conexión directa sino que incluyen la conexión a través de otros elementos donde dicha conexión es reconocida como equivalente por los expertos en la materia.

Descripción de las Realizaciones Preferidas

La presente invención y las diversas características y detalles ventajosos de la misma se explican más completamente con referencia a las realizaciones no limitantes descritas en detalle en la siguiente descripción.

En las figuras se muestra en general un equipo de alineación para limpieza profunda 20 y un sistema para limpiar sistemas generadores de vapor de recuperación de calor 22 u otros tipos de intercambiadores de calor y tubos asociados 24. Si bien el equipo 20 se describirá en relación con un sistema generador de vapor de recuperación de calor 22, debe notarse que el equipo 20 podría usarse de manera similar en muchos otros casos en los que el exterior de varios tubos necesita separarse para fines de limpieza, como en otras aplicaciones de calefacción, ventilación y aire acondicionado. Como se ve en las Figuras 6 y 7, los tubos 24 pueden configurarse para alinearse entre sí en una configuración “en línea”. Alternativamente, como se muestra en la Figura 8, los tubos 24 pueden estar escalonados entre sí. Por supuesto, se podrían usar de manera similar otras configuraciones de tubos 24.

El equipo de alineación para limpieza profunda 20 está diseñado específicamente para maximizar la eficiencia con la que se limpia el sistema generador de vapor de recuperación de calor 22. El sistema generador de vapor de recuperación de calor 22 incluye un sinnúmero de tubos 24. Como se muestra, estos tubos 24 se extienden verticalmente alrededor del sistema 22. Sin embargo, los tubos 24 podrían montarse de manera similar horizontalmente, o en otros ángulos según se desee. Típicamente, estos tubos 24 están hechos de acero, aunque también

podrían estar hechos de otros materiales. Si bien las figuras simplemente muestran tubos cilíndricos ejemplares 24, debe notarse que los tubos 24 pueden incluir un sinnúmero de aletas 26 que se extienden hacia afuera desde los tubos 24, como se ve en las Figuras 12 y 13. Si bien estas aletas no se muestran en todas las Figuras, debe notarse que el equipo de alineación de limpieza profunda 20 está configurado para ser compatible de manera similar con cualquier aleta 26 o tubo 24 asociado con un sistema generador de vapor de recuperación de calor 22.

El equipo de alineación para limpieza profunda 20 puede incluir una cuña/barra de alineación 28 y al menos una varilla 30, las cuales se describirán más adelante. La cuña 28 está configurada para estimular el movimiento hacia afuera de los diversos tubos 24 con el fin de crear un canal 32 entre los tubos 24. Una vez que se forma el canal 32, la al menos una varilla 30 se utiliza para limpiar cualquier material ubicado alrededor de los tubos 24. La cuña 28 puede tener un mango 56 para proporcionar algo que un usuario pueda agarrar fácilmente para mejorar el uso y el movimiento de la cuña 28. Sin embargo, la cuña 28 no requiere la inclusión de un mango.

A continuación, se describirá con más detalle la barra de alineación/cuña 28 como se muestra en las Figuras 1-5. Entre otras características, la cuña 28 tiene preferentemente una forma alargada, con un cuerpo extendido 29 que termina en un extremo puntiagudo 31. Como tal, la cuña 28 podría presentarse en varios tamaños diferentes. Por ejemplo, se podría utilizar una cuña 28 que sea más larga y más alta que otras cuñas utilizadas tradicionalmente en este campo. Como resultado, cuando se utiliza la cuña 28, se puede aumentar el área superficial de la cuña 28 que entra en contacto con los tubos 24. A su vez, esto disminuye la cantidad de tensión entre la cuña 28 y el tubo de acero 24 en cualquier punto específico. Esta cuña 28 tendría aproximadamente veinte centímetros de profundidad para distribuir el punto de tensión sobre la cuña 28 y los tubos 24. Esto también permitiría una mayor abertura a lo largo de la longitud de los tubos 24, lo que permitiría un mejor acceso para las varillas de limpieza 30. El ancho y la longitud de la cuña 28 variarían dependiendo del tipo de HRSG 22, el ancho del módulo, el tipo de disposición, el espaciado de los tubos específico del módulo que se está limpiando y cualquier otro factor que afectaría la funcionalidad del equipo de alineación para limpieza profunda 20.

A continuación se describirán algunas realizaciones, aunque debe notarse que son ejemplares, de modo que muchas otras posibles cuñas 28 dimensionadas podrían usarse de manera similar. En una primera realización, la cuña 28 podría tener entre tres pies y medio y cinco pies de largo. En esta realización, la cuña 28 podría tener entre aproximadamente media pulgada y una pulgada de ancho. El tamaño específico podría variar en función del tamaño del módulo. Por ejemplo, cuando un módulo de caldera contiene doce filas de tubos 24, se utilizaría una cuña 28 de tres pies y medio. Para cualquier módulo que tenga más de doce filas de tubos 24, se podría utilizar la cuña 28 más larga de cinco pies. Cuando los tubos 24 están ubicados en proximidad cercana entre sí, se utilizaría inicialmente la cuña 28 más delgada de media pulgada de ancho. Después de insertar la cuña 28 de media pulgada, se puede insertar una cuña de una pulgada de ancho para espaciar aún más los tubos 24. Alternativamente, los tubos 24 con una mayor distancia inicial entre sí podrían simplemente separarse utilizando la cuña 28 de una pulgada de ancho.

De acuerdo con otra realización, la cuña 28 podría tener entre dos y seis pies de largo. En esta realización, la cuña 28 podría tener entre aproximadamente media pulgada y una pulgada y media de ancho. La cuña 28 podría tener además entre una pulgada de alto y ocho pulgadas de alto.

En otra realización más, la cuña 28 podría tener entre un cuarto de pulgada y dos pulgadas de ancho. Adicionalmente, la cuña 28 podría tener entre media pulgada y dos pulgadas de ancho. Además, la longitud de la cuña 28 podría variar, por ejemplo, entre un pie de largo y diez pies de largo. Además, la altura de la cuña 28 podría variar, entre media pulgada de alto y doce pulgadas de alto, y más preferentemente entre una pulgada de alto y ocho pulgadas de alto.

En otra realización más, la cuña 28 puede tener de aproximadamente seis pulgadas a aproximadamente nueve pies de largo, y más preferentemente entre aproximadamente tres pies y aproximadamente cinco pies de largo. Adicionalmente, la cuña 28 puede tener una altura de aproximadamente media pulgada a una altura de aproximadamente dos pies, y más preferentemente tiene una altura entre aproximadamente dos pulgadas y aproximadamente ocho pulgadas. Más aún, la cuña 28 puede tener un ancho de entre aproximadamente 1/8 de pulgada

y aproximadamente cuatro pulgadas, y más preferentemente entre aproximadamente media pulgada a aproximadamente una pulgada y media.

Otra característica de la cuña 28 es que la cuña 28 puede estar hecha de un componente compuesto. Este componente compuesto está hecho preferentemente de un material que es más blando que los tubos de acero 24 y las aletas 26. Como resultado, cuando la cuña 28 se inserta en el HRSG 22 y entra en contacto con los tubos 24 y/o las aletas 26, cualquier abrasión producida por el deslizamiento de la cuña 28 hacia adentro sería absorbida por la cuña compuesta 28 en lugar de los tubos 24 o las aletas 26. Por ejemplo, la cuña 28 podría estar hecha de nylon de fibra de carbono de alta resistencia. En una realización, la cuña 28 está hecha de nylon 12CF. El nylon 12CF es un termoplástico reforzado con fibra de carbono ligero pero duradero. Por lo tanto, la cuña 28 es fácilmente transportable debido a su peso, pero aún lo suficientemente duradera para ser utilizada con el equipo de alineación de limpieza profunda 20. Alternativamente, la cuña 28 podría estar hecha de cualquier otro material que sea más blando que los tubos 24 y las aletas 26 asociadas con los tubos 24, que normalmente están hechos de acero, por ejemplo, varios plásticos, materiales compuestos y nylon. Por supuesto, la cuña 28 podría estar configurada de manera que sea alargada y esté hecha del componente compuesto para minimizar el daño potencial a los tubos 24 y las aletas 26.

Además, el equipo de alineación para limpieza profunda 20 puede presentar al menos una varilla de limpieza 30, como se muestra en detalle en las Figuras 9-11. La varilla de limpieza 30 está configurada para rociar una solución de limpieza 34 de líquido o gas sobre el HRSG 22. Más específicamente, la varilla de limpieza 30 puede estar configurada para rociar hielo seco. Esto podría incluir gránulos de hielo seco (CO_2) de alta densidad. Estos gránulos se propulsarán con aire a presión ultra alta que oscilará entre 200 y 350 psi. Esto sería ventajoso ya que permitiría la limpieza del HRSG 22 con el hielo seco eventualmente evaporándose. Por supuesto, de manera similar podrían ocurrir otros tipos de explosión de medios. Por ejemplo, la varilla de limpieza 30 podría estar configurada de manera similar para rociar otros líquidos o gases, incluyendo aire, agua, solución de limpieza y cualquier otro material capaz de limpiar los tubos 24 y las aletas 26.

Como se muestra, la varilla de limpieza 30 puede tener un primer extremo 36 y un segundo extremo 38. En el primer extremo 36, la varilla de limpieza 30 puede incluir un mango 40 para permitir que un usuario sujete firmemente la varilla de limpieza 30 durante el uso. En el segundo extremo 38, se forma una salida 42. Un canal de suministro 44 se extiende a través de la varilla 30 para suministrar el líquido o gas a la salida 42. La salida 42 puede dirigir el líquido o gas directamente fuera de la varilla 30. Alternativamente, la salida 42 puede dirigir el líquido o gas fuera de la varilla 30 en varios ángulos. Más específicamente, las Figuras 7, 9 y 10 muestran una varilla 30 capaz de rociar líquido o gas fuera de la salida en un ángulo de aproximadamente 45 grados con respecto a la varilla 30, aunque la varilla 30 podría configurarse de manera similar para salir en un ángulo de aproximadamente 30 grados o cualquier otro ángulo deseado. La varilla 30 también podría ser capaz de soplar hacia adelante y hacia los lados para limpiar los tubos 24 y las aletas 26. Por supuesto, las varillas 30 podrían soplar de manera similar líquido o gas en cualquier otro ángulo que se desee. También se pueden utilizar varillas adicionales 30, como una primera varilla para soplar aire para eliminar una capa inicial de residuos, y una segunda varilla para inyectar líquido o gas en el HRSG 22. Además, la varilla 30 puede tener cualquier número de conjuntos de boquillas diferentes 46 para variar la forma en que se distribuye el líquido o gas desde la varilla 30. Por ejemplo, la Figura 12 muestra una posible configuración de la boquilla 46.

Además, las varillas 30 pueden estar hechas de acero o materiales compuestos. El uso de materiales compuestos podría ser deseable por las mismas razones que con la cuña compuesta 28 para reducir el daño potencial a los tubos 24 o aletas 26 cuando las varillas 30 se mueven rápidamente y velozmente alrededor del tubo 24 y las aletas 26. Las varillas 30 se moverán hacia arriba y hacia abajo del canal en cuña 32 para limpiar los tubos 24 desde todas las direcciones. La limpieza puede tener lugar desde cada lado del módulo (tanto las caras de aguas arriba como de aguas abajo) con una superposición de las cuñas 28 desde cada lado.

A continuación se describirá el funcionamiento del equipo de alineación para limpieza profunda 20. Inicialmente, la cuña 28 se insertará entre dos filas adyacentes de tubos 24. Al hacerlo, las filas adyacentes de tubos 24 se separarán entre sí para formar un canal 32. Cuando las filas adyacentes de tubos 24 están colocadas de forma estrecha entre sí, se pueden utilizar múltiples cuñas 28. Por ejemplo, se podría utilizar una primera cuña que tenga un ancho

estrecho para separar inicialmente los tubos 24, después de lo cual se podría utilizar una segunda cuña que tenga un ancho mayor para separar aún más los tubos 24 para crear un canal 32 a través del cual se puede insertar la varilla o varillas 30. Una vez formado el canal 32, la varilla o varillas 30 se pueden insertar de forma extraíble en el canal 32 para facilitar la limpieza del HRS 22.

A continuación se describirán características adicionales del sistema. Volviendo inicialmente a las Figuras 15 y 16, la cuña alargada 28 puede ser una cuña alargada de varias piezas 28. Estas figuras muestran una cuña alargada de varias piezas a modo de ejemplo, pero se podrían utilizar de forma similar otras cuñas de varias piezas que tengan proporciones diferentes. Más específicamente, la cuña 28 puede comprender una o más piezas 48 que se pueden conectar de forma liberable entre sí utilizando una variedad de interfaces de conector 50. Una cuña 28 de este tipo es deseable porque hace que sea más fácil, más barato, más eficiente, etc. enviar la cuña 28 de una ubicación a otra. Como se muestra, la cuña 28 tiene tres secciones 48a, 48b, 48c que se pueden conectar de forma liberable entre sí. Las distintas piezas/secciones 48 pueden conectarse de forma liberable utilizando cualquier número de interfaces de conector diferentes 50. A modo de ejemplo y no de limitación, la interfaz de conexión 50 puede ser una abertura roscada, de modo que las piezas adyacentes 48 puedan girarse una respecto de otra de modo que la sección roscada se acople. En otra realización, la interfaz de conexión 50 puede ser una sección de enclavamiento, con una porción de piezas adyacentes 48 que se enclavijan entre sí en la interfaz de conexión. Además, la interfaz de conexión 50 puede tener una sierra de calar u otra conexión. Independientemente de qué interfaz de conexión 50 se utilice, la interfaz de conexión 50 permite que las distintas piezas 48 se aseguren de forma liberable entre sí de forma rápida y sencilla con una conexión suficiente para funcionar como una cuña como se describe en este documento, después de lo cual las piezas 48 pueden desengancharse entre sí.

Pasando a continuación a las Figuras 17-19 se muestra otra característica asociada con la cuña 28. Nuevamente, la realización mostrada en estas figuras no está hecha a escala, sino que se muestra con dimensiones, tamaños y proporciones exagerados para demostrar las características subyacentes. Más específicamente, la realización mostrada en estas figuras es una cuña que tiene al menos uno, y como se muestra un sinnúmero de agujeros o aberturas 52

formados en el lado de la cuña 28. Varios dispositivos, tales como soportes, soportes en L, soportes de extracción, clips, barras o cualquier otro dispositivo 54 capaz de insertarse en las aberturas 52 se pueden utilizar para acoplarse con la cuña 28 para facilitar la extracción de la cuña 28. Como saben los expertos en la técnica, una vez que se instala la cuña 28, puede ser difícil retirar la cuña 28 de un carril de un sistema de generador de vapor de recuperación de calor u otro sistema. Estos agujeros o aberturas 52 ayudan a facilitar esta extracción. Como se muestra en la Figura 19, la cuña 28 se instala en un sistema generador de vapor de recuperación de calor, con una abertura 52 expuesta directamente al lado del mango 56. Nuevamente, la cuña 28 no requiere un mango, pero para los fines de la descripción de la ubicación de la abertura 52, el mango 56 se utiliza como un punto de referencia para indicar el extremo de la cuña 28 que no está insertado en el sistema. Cuando un usuario desea retirar la cuña 28 del sistema, el dispositivo 54 se inserta en la primera abertura 52. A continuación, el dispositivo 54 es agarrado manualmente por un usuario y utilizado como un voladizo, o conectado de otro modo a otro dispositivo, como un dispositivo neumático. El usuario o el dispositivo neumático u otro dispositivo tiran del dispositivo 54 alejándolo del sistema y, a su vez, tiran de la cuña 28 al menos parcialmente alejándola del sistema. Cuando la cuña 28 está alojada de forma segura en el sistema, solo puede salir del sistema de forma incremental. Una vez que se expone una segunda abertura 52, el dispositivo 54 se puede insertar en la segunda abertura 52, después de lo cual se puede repetir el proceso. La cuña 28 puede incluir tantas aberturas como se desee para facilitar la extracción incremental de la cuña 28 del sistema. Los orificios o aberturas 52 pueden tener el tamaño y el espaciamiento entre sí según se desee. Por ejemplo, en ciertas realizaciones, los orificios están a una distancia de entre aproximadamente 1/16 de pulgada y aproximadamente tres pies entre sí.

Pasando a continuación a las Figuras 20-23, se describirán características adicionales de la cuña 28. Más específicamente, esta realización incluye una cuña 28 en combinación con una placa 58 o placa de impacto. La placa de impacto 58 se puede conectar de forma liberable a un extremo cercano 60 de la cuña 28. Por ejemplo, en la realización ilustrada, la placa de impacto 58 puede incluir un sinnúmero de ganchos 62, mientras que la cuña 28 puede incluir un sinnúmero de protuberancias compatibles 64 que se extienden desde el extremo cercano 60 de la cuña 28. Como se muestra, hay cuatro ganchos 62 y cuatro protuberancias 64. Como tal, las protuberancias 64 se pueden colocar sobre los ganchos 62 y mantenerse en su lugar mediante

los ganchos. Esto permite que la cuña 28 y la placa de impacto 58 se mantengan juntas durante la inserción de la cuña 28 en un canal 32.

En otra realización mostrada en las Figuras 24-26, la placa de impacto 58 puede incluir uno o más soportes 66 que tienen aberturas 68 formadas en los mismos. La cuña 28 puede tener aberturas complementarias 70 que se alinean con las aberturas 68 formadas en los soportes 66. En esta realización, se insertan pernos 72 a través de las aberturas 68, 70, con tuercas 74 que se aseguran a los pernos 72. Esta es otra forma de asegurar la placa de impacto 58 a la cuña 28. Por supuesto, otros mecanismos de sujeción y aseguramiento, incluyendo pasadores, bisagras, juntas, cerraduras y similares, podrían usarse de manera similar para asegurar la placa de impacto 58 y la cuña 28 juntas.

La placa de impacto 58 ilustrada tiene una forma sustancialmente rectangular o cuadrada, aunque podría adoptar cualquier cantidad de formas y tamaños diferentes. La placa de impacto 58 proporciona una superficie de contacto significativamente mayor que la superficie de contacto del extremo cercano 60 de la cuña 28. Dependiendo de la configuración específica de la cuña 28 y de la ubicación que se esté limpiando, se pueden utilizar una variedad de tamaños diferentes de placa de impacto 58. Por ejemplo, en áreas que tienen un espacio libre mínimo, pero donde se desea una placa de impacto 58 que tenga al menos un área de superficie adicional, se puede utilizar un cuadrado de 3 pulgadas por 3 pulgadas. En áreas que tienen más espacio, se puede utilizar un cuadrado de 20 pulgadas por 20 pulgadas. Además, donde hay incluso más espacio disponible, se puede utilizar un cuadrado de 36 pulgadas por 36 pulgadas. Debido a esta mayor área de superficie, es mucho más fácil para un usuario o usuarios entrar en contacto con la placa de impacto 58 para introducir la cuña 28 más profundamente en un canal 32. Normalmente, estas cuñas 28 se introducen mediante un mazo u otro objeto utilizando un contacto de fuerza contundente. Por lo tanto, cuanto mayor sea el área de superficie de la placa de impacto 58, más fácil será entrar en contacto con ella que con el extremo cercano 60 de la cuña 28 durante la inserción. Esto también aumenta la seguridad para los usuarios en comparación con la inserción de la cuña 28 sola, que tiene un área de superficie más estrecha, utilizando un mazo u otro objeto contundente.

Pasando a continuación a las Figuras 27-30, se describirán otras características adicionales de la cuña 28. Esta realización ilustrada incluye una cuña 28 que tiene múltiples piezas que se pueden manipular unas respecto de otras para mejorar las características operativas. Como se muestra, la cuña 28 incluye una primera y una segunda mitad de cuña 76, 78. A modo de ejemplo y no de limitación, cada mitad de cuña 76, 78 puede tener aproximadamente un cuarto de pulgada de ancho, aunque se pueden utilizar mitades de cuña 76, 78 más estrechas o más anchas dependiendo de la configuración deseada de la cuña 28. La primera y la segunda mitad de cuña 76, 78 son manipulables y movibles una con respecto a la otra alrededor de una bisagra 77 ubicada en el extremo más alejado 79 de la cuña 28. Más específicamente, las mitades de cuña 76, 78 pueden estar inicialmente en una posición colapsada donde están adyacentes o sustancialmente adyacentes una a la otra. Véanse las Figuras 27 y 29. En esta configuración, la cuña 28 tiene un ancho mínimo. Cuando la cuña 28 incluye mitades de cuña 76, 78 de un cuarto de pulgada, el espesor de la cuña 28 en la configuración colapsada es de aproximadamente $\frac{1}{2}$ pulgada. Cuando está en esta configuración, la cuña 28 se puede insertar fácilmente en un canal 32.

Una vez ubicada correctamente, la cuña 28 se puede mover a una posición expandida en la que las dos mitades de cuña 76, 78 se alejan una de otra alrededor de la bisagra 77 hasta un ancho máximo. Por ejemplo, en las Figuras 28 y 30, la cuña 28 incluye una varilla 80, tal como una varilla roscada, y un sinnúmero de compuertas 82 y son móviles cuando se gira la varilla roscada 80. Más específicamente, cuando está en la posición colapsada, las compuertas 82 están orientadas sustancialmente paralelas a la varilla roscada 80 o en un ángulo con respecto a la varilla roscada 80. Cuando la cuña 28 se mueve a la posición expandida, las compuertas 82 son sustancialmente perpendiculares a la varilla roscada 80 de modo que las mitades de cuña 76, 78 están a una distancia máxima entre sí. Cuando la cuña 28 incluye mitades de cuña de un cuarto de pulgada 76, 78, el espesor de la cuña 28 en la configuración expandida es de aproximadamente 2 pulgadas. Nuevamente, la cuña 28 puede tener un ancho más ancho o más estrecho dependiendo de las características de funcionamiento deseadas de la cuña 28 y del canal.

Las mitades de cuña 76, 78 también pueden moverse entre la posición colapsada y la posición expandida utilizando otros mecanismos que la combinación de varilla roscada y

compuerta. Por ejemplo, como se muestra en las Figuras 31 y 32, otra realización muestra las mismas mitades de cuña 76, 78 que las descritas anteriormente, pero con la inclusión de una bolsa inflable, saco u otro dispositivo 84 capaz de expandirse o colapsarse rápida y fácilmente. La bolsa ilustrada 84 es inflable de una manera similar a un airbag utilizado con un vehículo. Más específicamente, la bolsa 84 puede inflarse mediante un suministro de aire u otro gas, o llenando la bolsa 84 con agua o algún otro líquido. Cualquiera de estos gases o líquidos puede suministrarse a la bolsa 84 a través de una manguera 86. Una vez inflada, la bolsa 84 mantiene las mitades de cuña 76, 78 en la configuración expandida como se ve en la Figura 32. Una vez finalizado el uso, se puede vaciar la bolsa de gas, agua u otro líquido de la bolsa 84, a través de la manguera 86, momento en el que las mitades de cuña 76, 78 vuelven a la configuración colapsada alrededor de la bisagra 37, como se muestra en la Figura 31. La cuña 28 se puede retirar del canal de forma rápida y sencilla.

A continuación, se proporcionarán algunos antecedentes generales relacionados con el proceso HRSG, así como también se proporcionarán los componentes relacionados.

Función y diseño de HRSG: como se indica en la Teoría del Ciclo Combinado, la configuración del ciclo combinado es una combinación de una turbina de gas de ciclo simple (ciclo Brayton) y un ciclo de energía de vapor (ciclo Rankine). El ciclo Brayton consta del compresor, la cámara de combustión y la turbina de combustión.

Función de HRSG: el gas de escape de la turbina de combustión se convierte en la fuente de calor para la parte del ciclo Rankine del ciclo combinado. El vapor se genera en el generador de vapor de recuperación de calor (HRSG). El HRSG recupera el calor residual disponible en el gas de escape de la turbina de combustión. El calor recuperado se utiliza para generar vapor a alta presión y alta temperatura, y el vapor se utiliza luego para generar energía en la turbina/generador de vapor.

El HRSG es básicamente un intercambiador de calor compuesto por una serie de precalentadores (economizadores), evaporador, recalentadores y sobre calentadores. El HRSG también tiene un encendido complementario en el conducto que eleva la temperatura del gas y el flujo másico.

Esta sección tiene como objetivo proporcionar a los operadores de turbinas una comprensión básica del diseño y el funcionamiento del generador de vapor de recuperación de calor (HRSG). El bloque de generación de energía de la instalación produce energía eléctrica en dos islas separadas:

- La primera isla dentro del bloque de energía de ciclo combinado es el grupo electrógeno de turbina de combustión (CT).
- La segunda isla es el grupo electrógeno de turbina de vapor HRSG.

El HRSG absorbe energía térmica de la corriente de gas de escape de la turbina de combustión. La energía térmica absorbida se convierte en energía térmica como vapor a alta temperatura y presión. El vapor de alta presión se utiliza luego en un grupo electrógeno de turbina de vapor para producir energía mecánica rotacional. El eje de la turbina de vapor está conectado a un generador eléctrico que luego produce energía eléctrica.

El calor residual se recupera de la corriente de gas de escape de la turbina de combustión a través de la absorción por el generador de vapor de recuperación de calor (HRSG). La corriente de gas de escape es un flujo de masa grande con una temperatura de hasta 1.150 grados Fahrenheit.

La mayoría de los generadores de vapor de recuperación de calor de gran tamaño se pueden clasificar como una unidad de circulación natural de doble ancho, triple nivel de presión con recalentamiento y encendido complementario, instalada detrás de una turbina de combustión de gas natural.

El vapor generado por el generador de vapor de recuperación de calor se suministra a la turbina de vapor que impulsa el sistema generador eléctrico.

Diseño de HRSG: La función del sistema de generador de vapor de recuperación de calor de ciclo combinado (HRSG) es proporcionar un método para extraer calor sensible de la corriente de gases de escape de la turbina de combustión. (CT).

El calor se convierte en vapor utilizable por las superficies de transferencia de calor dentro del HRSG. El vapor utilizable se genera en tres niveles de presión separados y diferentes para su uso en un grupo electrógeno de turbina de vapor (ST) y para aumentar la potencia del CT.

Los niveles de presión y sus componentes asociados son:

- Alta presión (HP)
- Presión intermedia (IP)
- Presión baja (LP)
- Recalentamiento (RH)
- Precalentador de agua de alimentación (FWPH)

Todo el vapor generado de los sistemas HP, RH y LP se suministra a la turbina de vapor, excepto algo de vapor LP utilizado para la desaireación. El vapor IP se mezcla con el circuito de retorno RH frío antes de ser admitido a la turbina de vapor.

Los circuitos típicos de generadores de vapor de recuperación de calor tienen cuatro componentes principales:

- Sobre calentadores
- Evaporadores
- Economizadores
- Tambor

Dado que un sistema de triple presión puede funcionar con HP, IP y LP, estos componentes pueden utilizarse para cada presión asociada. Estos componentes (con la excepción del tambor) están dispuestos en serie en la trayectoria del flujo de gas dentro del HRSG. Esencialmente, esto significa que los circuitos de la caldera de transferencia de calor no están en paralelo entre sí con respecto al flujo de gas de escape CT. El gas, después de haber sido utilizado para calentar el agua/vapor en el HRSG, se libera al medio ambiente a través de una chimenea.

Generador de Vapor de Recuperación de Calor: El HRSG no tiene partes móviles, pero tiene inercia térmica, y un calentamiento rápido puede dar como resultado tensiones térmicas elevadas, lo que afectaría la vida útil del HRSG. En un HRSG, el tambor de alta presión es más vulnerable a la acumulación de tensiones térmicas si el calentamiento se realiza muy rápidamente. Para evitar esta posibilidad, el tambor se calienta de manera controlada. La magnitud de la tensión depende de la diferencia de temperatura que, a su vez, depende del espesor del tipo de material, la presión de funcionamiento del componente y los ciclos de vida de fatiga.

Controlar la presión dentro del tambor puede controlar eficazmente la diferencia de temperatura. Si una determinada diferencia de temperatura está cerca del límite de diseño, se puede controlar a ese nivel manteniendo la presión constante hasta que la diferencia de temperatura disminuya debido a un aumento en la temperatura del componente debido a la conducción. La línea de presión constante o temperatura de saturación en el gráfico de calentamiento del tambor lo indica.

Antes de poner en funcionamiento un HRSG, se llena con agua y se le aplica calor. El metal frío tarda un tiempo en calentarse y se requiere tiempo para remojar el HRSG. El HRSG comienza a producir vapor después de un período de remojo de unos pocos minutos. Si el vapor no se libera, entonces la presión comienza a acumularse. La cantidad de vapor producido y el aumento de la presión dependen de la cantidad de calor suministrada. Más calor produce más vapor y la presión aumenta a un ritmo más rápido.

La presión del tambor se puede controlar ya sea aliviando el vapor generado o controlando la entrada de calor a la caldera.

A menudo, se utiliza una combinación de ambos medios para lograr el calentamiento controlado del HRSG. El vapor se alivia venteándolo a la atmósfera o enviándolo a un disipador de calor como un condensador. Hacer funcionar el CT a carga reducida controla la entrada de calor. A veces se utiliza un sistema de derivación del lado del gas, que desvía parte de los gases calientes del CT a la atmósfera, para controlar la entrada de calor a la caldera. No es necesario hacer funcionar el CT a carga reducida si se proporciona un sistema de derivación.

Evaporador de Alta Presión: En la sección de EVAP de alta presión, se produce el cambio de fase entre el agua y el vapor. Este cambio de fase se produce debido a la transferencia de calor por convección o intercambio de energía entre la corriente de gas de escape de CT y el agua en los módulos de EVAP de alta presión. Los módulos de EVAP de alta presión son todos de un solo paso sin deflectores internos en los cabezales superior e inferior. La mezcla de vapor/agua fluye en dirección ascendente a través de los tubos y escapa al tambor de vapor a través del sistema de tubo ascendente. El agua se alimenta a los módulos desde los dos conjuntos de cabezales de alimentación de bajada. Esto se conoce como un bucle de circulación natural.

Generador de Vapor de Alta Presión: El HPSG está compuesto por un economizador (HP ECON), un evaporador (HP EVAP) y un sobre calentador (HP SH). La ruta de flujo del HPSG es desde el economizador hasta el tambor de vapor/evaporador y finalmente hasta el sobre calentador. Las secciones están ubicadas estratégicamente en la corriente de gas de escape de acuerdo con la temperatura decreciente del gas de escape y las temperaturas crecientes del agua de alimentación calentada, proporcionando así una recuperación máxima de energía del escape de CT. La ubicación de estas superficies de transferencia de calor se puede encontrar en el dibujo de elevación de ajuste del lado derecho.

El HPSG está equipado con un sistema de tres válvulas de alivio de seguridad; típicamente, dos están montadas verticalmente en la parte superior del tambor, y una está montada verticalmente en el cabezal de vapor principal de HP. Todas las PSV están cerradas durante el funcionamiento normal; sin embargo, en una situación de sobrepresión, la PSV del sobre calentador de HP se elevará primero. Si la presión continúa acumulándose, las PSV del tambor de HP se elevarán (primero el ajuste de presión más bajo). Las tres PSV están diseñadas para aliviar el 100% de la capacidad total de generación de vapor de HP.

Economizador de Alta Presión: Cada módulo es de paso múltiple en el lado del agua y de paso único en el lado del gas. Esto se logra mediante deflectores internos en los cabezales del módulo superior e inferior.

El HPEC recibe agua de alimentación de las bombas de alimentación (proporcionadas por otros) y absorbe calor del gas de escape del CT, reduciendo la temperatura de los gases de escape del CT y elevando la temperatura del agua hasta casi la saturación antes de entrar en el tambor de vapor de alta presión.

Sobrecalentador de Alta Presión: El vapor en el interior de los tubos se recibe del tambor de vapor de alta presión a temperatura saturada y se calienta hasta la temperatura final del vapor.

El sobre calentador de alta presión está equipado con un atemperador entre etapas. La válvula de control del atemperador y el conjunto de boquilla de pulverización normalmente se encuentran entre el SHTR 2 de alta presión y el SHTR 3 de alta presión. El atemperador se suministra para el control de la temperatura final del vapor. El proceso de atemperación por pulverización utiliza agua como medio de enfriamiento. El agua de pulverización se alimenta directamente al atemperador desde la línea de descarga de las bombas de alimentación de alta presión. El control de la temperatura final del vapor es importante para la protección del sobre calentador y el equipo que sirve el HRSG. La atemperación por pulverización está diseñada para limitar la temperatura final del vapor en la salida del sobre calentador de alta presión a la temperatura final del vapor de diseño.

Generador de Vapor de Presión Intermedia: El IPSG está compuesto por un economizador (IP ECON), un evaporador (IP EVAP) y un sobre calentador (IP SH). El economizador del generador de vapor IP forma un banco de tubos que consta típicamente de dos filas. El IP EVAP consta de muchas filas y el IP SH consta típicamente de sólo dos filas. La trayectoria de flujo del IPSG va desde el economizador hasta el tambor de vapor/evaporador y finalmente hasta el sobre calentador. Las secciones están ubicadas estratégicamente en la corriente de gas de escape de acuerdo con la temperatura decreciente del gas de escape y las temperaturas crecientes del agua de alimentación calentada, proporcionando así una recuperación máxima de energía del escape CT.

El IPSG está equipado con un sistema de tres válvulas de alivio de seguridad; típicamente, dos están montadas verticalmente en la parte superior del tambor, y una está montada verticalmente en el cabezal de vapor principal del IP. Todas las PSV están cerradas

durante el funcionamiento normal; sin embargo, en una situación de sobrepresión, la PSV del sobre calentador del IP se elevará primero. Si la presión continúa aumentando, las PSV del tambor IP se elevarán (primero la configuración de presión más baja). Las tres PSV están diseñadas para aliviar el 100% de la capacidad total de generación de vapor IP.

Economizador de Presión Intermedia: Cada módulo es de paso múltiple en el lado del agua y de paso único en el lado del gas. Esto se logra mediante deflectores internos en los cabezales del módulo superior e inferior. El IPEC recibe agua de alimentación de las bombas de alimentación (proporcionadas por otros) y absorbe calor del gas de escape CT, lo que reduce la temperatura del gas de escape CT y aumenta la temperatura del agua hasta casi la saturación antes de ingresar al tambor de vapor.

Evaporador de Presión Intermedia: En la sección EVAP IP, se produce el cambio de fase entre el agua y el vapor. Este cambio de fase se produce debido a la transferencia de calor convectivo o el intercambio de energía entre la corriente de gas de escape CT y el agua en los módulos EVAP IP. Todos los módulos EVAP IP son de paso único sin deflectores internos en los cabezales superior e inferior. La mezcla de vapor/agua fluye en dirección ascendente a través de los tubos y escapa al tambor de vapor a través del sistema de tubo ascendente. El agua se alimenta a los módulos desde los dos conjuntos de cabezales de alimentación de bajada. Esto se conoce como un bucle de circulación natural.

Sobrecalentador de Presión Intermedia: El vapor en el interior de los tubos se recibe del tambor de vapor a temperatura saturada y se calienta a la temperatura final del vapor.

Recalentador: El vapor en el interior de los tubos se recibe de la línea de recalentamiento frío en la descarga de la turbina de vapor HP. El vapor de recalentamiento frío es sobrecalentado por el recalentador a una temperatura final de vapor de recalentamiento caliente.

El RH está equipado con un atemperador entre etapas ubicado antes del módulo de recalentamiento final. El atemperador se suministra para el control de la temperatura final del vapor. El proceso de atemperación por pulverización utiliza agua como medio de enfriamiento. El agua de pulverización se alimenta directamente al atemperador desde la línea de descarga de

las bombas de alimentación IP. El control de la temperatura final del vapor es importante para la protección del recalentador y del equipo que recibe el HRSG.

Generador de Vapor de Baja Presión: El generador de vapor de baja presión incluye un evaporador (LP EVAP) y un sobre calentador (LPSH). Los dos son componentes del circuito y están intercalados en serie dentro de la configuración del HRSG. La ruta de flujo del LPSG es desde el LP ECON, al tambor de vapor/evaporador y, finalmente, al sobre calentador. No hay válvulas intermedias entre el tambor de vapor y la superficie del sobre calentador. La ubicación de estas superficies de transferencia de calor se puede encontrar en el dibujo de elevación del lado derecho en sección de Vogt-NEM.

El LPSG está equipado con un sistema de tres válvulas de alivio de seguridad; típicamente, dos están montadas verticalmente en la parte superior del tambor y una está montada verticalmente en el cabezal de vapor principal de LP. Todas las PSV están cerradas durante el funcionamiento normal; sin embargo, en una situación de sobrepresión, la PSV del sobre calentador de LP se elevará primero. Si la presión continúa aumentando, las válvulas de alivio de presión del tambor de LP se levantarán (primero la configuración de presión más baja). Las tres PSV están diseñadas para aliviar el 100% de la capacidad total de generación de vapor LP, incluido el vapor de calado máximo.

Evaporador de Baja Presión: Los módulos LP EVAP son todos de un solo paso sin deflectores internos en los cabezales superior e inferior. Los módulos están orientados en esta dirección para permitir que las burbujas de vapor generadas escapen a través de los tubos ascendentes hacia el tambor de vapor. El agua se alimenta a los módulos desde los conjuntos de cabezales de alimentación de bajada. Esto se conoce como un bucle de circulación natural.

En la sección LP EVAP, se produce el cambio de fase entre agua y vapor o generación de vapor. Este cambio de fase se produce debido a la transferencia de calor convectivo o intercambio de energía entre la corriente de gas de escape de la turbina de gas y el agua en los tubos LP EVAP que generan vapor.

Sobrecalentador de Baja Presión: El vapor en el interior de los tubos se recibe desde el tambor de vapor a temperatura saturada y se calienta a la temperatura final del vapor.

Precalentador de Agua de Alimentación: Los módulos tienen múltiples pasos en el lado del agua. Esto se logra mediante deflectores internos en los cabezales superior e inferior.

El FW PHTR recibe agua de alimentación del sistema de bomba de condensado y absorbe calor del escape de la turbina de gas, lo que reduce la temperatura del gas y aumenta la temperatura del agua. El FW PHTR aumenta la eficiencia del HRSG.

Si bien la descripción anterior proporciona una serie de usos potenciales del equipo de alineación para limpieza profunda, debe notarse que existen prácticamente innumerables usos para la presente invención, todos los cuales no necesitan detallarse aquí. Todas las realizaciones descritas se pueden practicar sin experimentación indebida.

Aunque el mejor modo contemplado por los inventores para llevar a cabo la presente invención se describe anteriormente, la práctica de la presente invención no se limita a ello. Será evidente que se pueden realizar varias adiciones, modificaciones y reorganizaciones de las características de la presente invención sin desviarse del espíritu y el alcance del concepto inventivo subyacente. Además, los componentes individuales no necesitan fabricarse a partir de los materiales descritos, sino que podrían fabricarse a partir de prácticamente cualquier material adecuado.

Además, no es necesario que los componentes individuales estén formados en las formas descritas, o ensamblados en la configuración descrita, sino que podrían proporcionarse en prácticamente cualquier forma, y ensamblarse en prácticamente cualquier configuración para mejorar la eficiencia con la que funciona el equipo de alineación de limpieza profunda y para evitar daños al HRSG. Además, todas las características descritas de cada realización descrita pueden combinarse con, o sustituirse por, las características descritas de cada otra realización descrita, excepto cuando dichas características sean mutuamente excluyentes.

Se pretende que las reivindicaciones adjuntas cubran todas esas adiciones, modificaciones y reorganizaciones. Las realizaciones convenientes de la presente invención se diferencian por las reivindicaciones adjuntas.