

LÍQUIDO DE TRABAJO PARA UN SISTEMA DE CICLO ORGÁNICO DE RANKINE

DESCRIPCIÓN

5

OBJETO DE LA INVENCION

Es objeto de la presente invención, tal y como el título de la invención establece, un líquido de trabajo para un sistema de ciclo orgánico de Rankine que permite la generación de electricidad transformando la energía térmica de baja entalpía a energía mecánica y posteriormente a energía eléctrica.

Caracteriza a la presente invención la composición de líquido de trabajo que es una mezcla de cuatro refrigerantes con comportamientos zeotropicos, azeotropicos y otros de lubricación, que se usan en la aplicación termodinámica del ciclo orgánico de Rankine.

Por lo tanto, la presente invención se circunscribe dentro del ámbito de los líquidos refrigerantes y de manera particular de entre los empleados en los ciclos orgánicos de Rankine.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El ciclo orgánico de Rankine (ORC) es un ciclo termodinámico que se utiliza para medir el desempeño de una maquina binaria con evaporador, condensador, bomba circulante, turbina o expansor acoplada a un generador de electricidad. Usa como fluido de trabajo un componente orgánico que sustituye el agua en el ciclo Rankine tradicional. Este líquido de trabajo orgánico permite que las temperaturas de operación del ciclo se sitúan entre 90°C y 200°C haciéndolo un ciclo ideal en la transformación de excedentes o desperdicios de calor a electricidad debido a su bajo punto de ebullición (17°C) y alto peso molecular (134 g/mol) en el caso del Propano y comparado con el agua que tiene un punto de ebullición de 100°C y peso molecular de 18g/mol.

En la aplicación termodinámica del ciclo orgánico de Rankine a través del tiempo se han usado refrigerantes en forma singular como líquido de trabajo tales como los HFC (Hidrofluorocarbono), que son considerados como de nueva generación y tienen un Potencial de Agotamiento de Ozono de (PAO) de cero.

Hoy en día el líquido de trabajo que más se usa en las plantas binarias con la aplicación termodinámica del ciclo orgánico de Rankine es el R245fa (Propano) (5,6). Estudios preliminares han demostrado las diferencias en eficiencias termodinámicas de varios refrigerantes como liquido de trabajo en la aplicación del ciclo orgánico de Rankine (4). En la industria se usa el refrigerante conocido por R245fa a un rango de temperaturas entre 90°C y 200°C, a diferencia de las mezclas inventadas que utilizan un rango de temperaturas entre 35°C-400°C.

Es usual que estas mezclas se comporten como mezclas Azeotrópicas solamente cuando alcanzan su temperatura azeotrópica, una vez que se supera esta temperatura en el evaporador y condensador su comportamiento de la mezcla vuelve ser zeotrópica.

5

Por lo tanto, es objeto de la presente invención desarrollar un líquido de trabajo que tiene un potencial de agotamiento de la capa de ozono cero y que permite mejorar el rendimiento global en ciclo termodinámico orgánico de Rankine.

10 **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

Es objeto de la presente invención un líquido de trabajo o líquido refrigerante para un sistema de ciclo orgánico de Rankine.

15

El líquido de trabajo está compuesto por cuatro refrigerantes, su porcentaje por peso varía dependiendo de la temperatura ambiental donde se use. Esta mezcla tiene un GWP (Global Warming Potential) bajo de aproximadamente 1100 en 100 años por 1kg de fuga, esto quiere decir que es un producto que tiene un efecto ambiental bajo. De igual manera, el PAO de esta mezcla es de 0. Una de las características que distingue a estas mezclas es su rango de temperatura de uso, el cual opera para temperaturas de evaporación entre 35°C - 400°C y con temperaturas de condensación por debajo de 35°C.

20

25

Cuando estas mezclas se evaporan o se condensan en un sistema de ciclo orgánico de Rankine su composición y su temperatura de saturación cambian. Al alcanzar su punto de ebullición en los evaporadores la composición del líquido remanente cambia. Es decir que al empezar a hervir el líquido de trabajo se evapora un porcentaje más elevado del componente más volátil. A medida que la mezcla continua hirviendo, el líquido restante tiene menor concentración del componente más volátil y por su puesto mayor composición del componente menos volátil. El cambio de composición de líquido a vapor precipita un cambio en el punto de ebullición. El punto de rocío ocurre cuando la temperatura térmica evapora la última gota del líquido de trabajo. Igualmente, cuando la temperatura a la cual el líquido de trabajo hierve se le conoce como punto de burbuja.

30

35

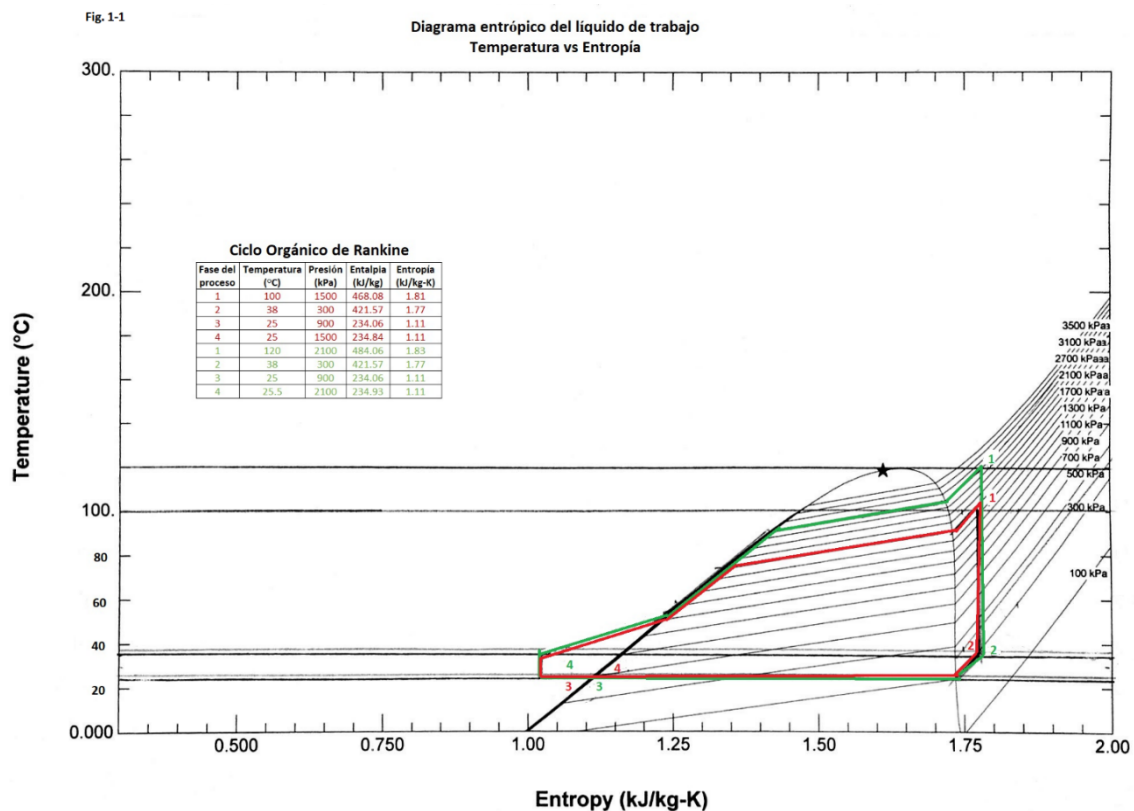
En un punto isobárico la temperatura del punto de burbuja es más baja que la temperatura del rocío, sin importar que componentes tenga la mezcla de refrigerantes. Este fenómeno es conocido como “gradiente o deslizamiento de temperatura”, esto ocurre tanto en el evaporador como en el condensador y hace que la eficiencia aumente en el ciclo orgánico de Rankine en sistemas de baja o mediana entalpía.

40

45

La Figura 1.1 representa un diagrama T- s para un líquido de trabajo zeotrópico típico para un sistema orgánico de Rankine descrito en las reivindicaciones 1. Durante la fase (4) una bomba circulante inyecta el líquido de trabajo a un evaporador donde al entrar en contacto con el aumento de temperatura del proceso, cambia de fase líquida a gaseosa aumentando la presión convirtiendo la energía térmica en un punto isobárico (1) a trabajo por medio de una turbina. Una vez que el gas o vapor pasa por la turbina la presión disminuye y al entrar

en contacto con una baja temperatura (2) del proceso en el condensador el gas se transforma en líquido de nuevo (3) donde la bomba (4) lo reinyecta de nuevo continuando así en forma cíclica. Los puntos que se encuentran fuera de la campana obedecen al uso de recuperadores en el ciclo ORC. Los Puntos verdes y rojos representan temperaturas de evaporación máxima de 120°C (verde) y 100°C (rojo) con una temperatura de condensación de 25°C. Con los datos obtenidos y con la ayuda del software REFPROP del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) se obtuvo una eficiencia del ciclo de 25.43% a una temperatura de 120°C y 20.27% a una temperatura de 100°C.



La mezcla está compuesta por 4 refrigerantes de los cuales un primer refrigerante es perteneciente a un primer grupo A, un segundo refrigerante es perteneciente a un segundo grupo B, un tercer refrigerante es perteneciente a un tercer grupo C y un cuarto refrigerante es perteneciente a un cuarto grupo D.

El primer refrigerante es seleccionado del grupo A que está conformado por: HFC 424A, 245fa, 245ca, 236ea.

El segundo refrigerante es seleccionado del grupo B que está conformado por: HFC-125, 134A, 152A, R236fa.

El tercer refrigerante es seleccionado del grupo C que está conformado por: HFC-R141b, R430A, R601A, R123.

Y el cuarto refrigerante es seleccionado del grupo D que está conformado por: HFC-R600a, R245fa, R422b, R600. Las mezclas varían de acuerdo con la temperatura ambiental donde se use.

5

Salvo que se indique lo contrario, todos los elementos técnicos y científicos usados en la presente memoria poseen el significado que habitualmente entiendo el experto normal en la técnica a la que pertenece esta invención. En la práctica de la presente invención se pueden usar procedimientos y materiales similares o equivalentes a los descritos en la memoria.

10

A lo largo de la descripción y de las reivindicaciones la palabra “comprende” y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención.

15

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION.

20

A la vista de las figuras se describe seguidamente un modo de realización preferente de la invención propuesta.

25

Como anteriormente se ha indicado el líquido de trabajo tiene un poder de agotamiento de la capa de ozono de cero, opera para temperaturas de evaporación entre 35°C - 400°C y con temperaturas de condensación por debajo de 35°C, está compuesto por lo menos de 4 refrigerantes de los cuales un primer refrigerante es perteneciente a un primer grupo A, un segundo refrigerante es perteneciente a un segundo grupo B, un tercer refrigerante es perteneciente a un tercer grupo C y un cuarto refrigerante es perteneciente a un cuarto grupo D. La mezcla zeotrópica tiene un deslizamiento de temperaturas que va de 15°C a -37°C.

30

El primer refrigerante es seleccionado del grupo A que está conformado por: HFC 424A, 245fa, 245ca, 236ea.

35

El segundo refrigerante es seleccionado del grupo B que está conformado por: HFC-125, 134A, 152A, R236fa.

40

El tercer refrigerante es seleccionado del grupo C que está conformado por: HFC-R141b, R430A, R601A, R123.

Y el cuarto refrigerante es seleccionado del grupo D que está conformado por: HFC-R600a, R245fa, R422b, R600. Las mezclas varían de acuerdo a la temperatura ambiental donde se use.

45

Posibles composiciones de mezclas serían:

MEZCLA (Por porcentaje de peso)	Temperatura Ambiental
R245fa 80%, R424A 18%, R430A 1%, R236fa 1%	>32°C
R245fa 70%, R236fa 20%, R430A 7%, R422B 1%	>25°C-32°C
R245fa 50%, R422B 20%, R125 20%, R430A 10%	>18°C-25°C
R245fa 50%, R134A 30%, R245ca 18%, R422 2%	>-15°C-18°C

5 Descrita suficientemente la naturaleza de la presente invención, así como la manera de ponerla en práctica, se hace constar que, dentro de su esencialidad, podrá ser llevada a la práctica en otras formas de realización que difieran en detalle de la indicada a título de ejemplo, y a las cuales alcanzará igualmente la protección que se recaba, siempre que no altere, cambie o modifique su principio fundamental.

REIVINDICACIONES

1.- Líquido de trabajo para un sistema de ciclo orgánico de Rankine caracterizado porque está compuesto de 4 refrigerantes de los cuales un primer refrigerante es perteneciente a un primer grupo A, un segundo refrigerante es perteneciente a un segundo grupo B, un tercer refrigerante es perteneciente a un tercer grupo C y un cuarto refrigerante es perteneciente a un cuarto grupo D donde:

- El primer refrigerante del grupo A está conformado por un porcentaje de: HFC 424A y/o 245fa y/o 245ca y/o 236ea.

- El segundo refrigerante del grupo B está conformado por un porcentaje de: HFC-125, y/o 134A, y/o 152A, y/o R236fa.

- El tercer refrigerante del grupo C está conformado por un porcentaje de: HFC-R141b, y/o R430A, y/o R601A, y/o R123.

- Y el cuarto refrigerante del grupo D que conformado por un porcentaje de: HFC-R600a, y/o R245fa, y/o R422b, y/o R600.

Donde las mezclas varían de acuerdo con la temperatura ambiental donde se use.

2.- Líquido de trabajo para un sistema de ciclo orgánico de Rankine, según la reivindicación 1, caracterizado porque presenta una composición:

- R245fa 80%, R424A 18%, R430A 1%, R236fa 1% con una temperatura ambiental $>32^{\circ}\text{C}$.

3.- Líquido de trabajo para un sistema de ciclo orgánico de Rankine, según la reivindicación 1, caracterizado porque presenta una composición:

R245fa 70%, R236fa 20%, R430A 7%, R422B 1% con una temperatura ambiental $>25^{\circ}\text{C}$ - 32°C .

4.- Líquido de trabajo para un sistema de ciclo orgánico de Rankine, según la reivindicación 1, caracterizado porque presenta una composición:

- R245fa 50%, R422B 20%, R125 20%, R430A 10% con una temperatura ambiental $>18^{\circ}\text{C}$ - 25°C .

5.- Líquido de trabajo para un sistema de ciclo orgánico de Rankine, según la reivindicación 1, caracterizado porque presenta una composición:

- R245fa 50%, R134A 30%, R245ca 18%, R422 2% con una temperatura ambiental $>-15^{\circ}\text{C}$ - 18°C .

RESUMEN

LÍQUIDO DE TRABAJO PARA UN SISTEMA DE CICLO ORGÁNICO DE RANKINE

5

Líquido de trabajo para un sistema de ciclo orgánico de Rankine que está compuesto de 4 refrigerantes de los cuales un primer refrigerante es perteneciente a un primer grupo A, un segundo refrigerante es perteneciente a un segundo grupo B, un tercer refrigerante es perteneciente a un tercer grupo C y un cuarto refrigerante es perteneciente a un cuarto grupo D donde:

10

- El primer refrigerante es seleccionado del grupo A que está conformado por: HFC 424A, 245fa, 245ca, 236ea.

15

- El segundo refrigerante es seleccionado del grupo B que está conformado por: HFC-125, 134A, 152A, R236fa.

- El tercer refrigerante es seleccionado del grupo C que está conformado por: HFC-R141b, R430A, R601A, R123.

20

- Y el cuarto refrigerante es seleccionado del grupo D que está conformado por: HFC-R600a, R245fa, R422b, R600.

Las mezclas varían de acuerdo con la temperatura ambiental donde se use.

25