

“DISEÑO DE UN ACONDICIONADOR DE AIRE DE BAJO COSTO DE OPERACIÓN PARA ZONAS REMOTAS UTILIZANDO EL SOL COMO FUENTE DE ENERGÍA”

SHIRLEY VERA SIVA¹, ERNESTO MARTINEZ²

¹Egresada de la carrera de Ingeniería Mecánica

²Director de Tesis, Ingeniero Mecánico Escuela Superior Politécnica del Litoral.

RESUMEN

Existen muchas formas de aprovechar el calor solar para acondicionar técnicamente un recinto, de las cuales las más viables en términos de costo de operación y ahorro de energía es la constituida por el sistema de refrigeración por absorción, en el cual la energía eléctrica requerida en el sistema de compresión mecánica se ha suplantado por una adición de calor, el cual puede provenir de cualquier fuente, posibilitando el uso de energía solar para ello.

El presente trabajo trata del diseño de un acondicionador de aire de bajo costo de operación, para lo cual se ha tomado como fuente principal de energía la Solar y el sistema a utilizarse es el de refrigeración por absorción. Se realizará una simulación acerca del funcionamiento del absorbedor en relación a la cantidad de radiación recibida. También se hará un análisis de costos-beneficio comparativo entre un sistema acondicionador de aire por compresión y por absorción

SUMMARY

There are many ways to use the solar energy on cooling a place or surface, one of them which is the most liable for operation cost and energy savings is the absorption cooling system, in which the electrical energy required in the compressor system has been changed by addition of heat, this heat can come from many source letting us the use of solar energy for this.

This present Studio is about the design o fan air conditioner with the lowest operation cost, moreover I have chosen the solar energy as the main source of energy and the system chosen is the absorption cooling system. I will made a simulation about the absorber's function related to the amount of radiation receive. Also we will run a cost and Benefit analysis comparing to a compressor air conditioner system and abortion system.

INTRODUCCION

El costo de la energía eléctrica es cada vez más alto ocasionando que muchas personas no puedan mantener un equipo acondicionador de aire en su residencia u oficina, por su alto consumo energético.

Por esta razón se está buscando producir energía de la manera más económica dándole paso a las fuentes no convencionales de energía, entre ellas la energía solar la cual es completamente gratis y nuestro país por su posición geográfica es privilegiado por recibir gran cantidad de esta fuente de energía diariamente.

El objetivo de la presente tesis es desarrollar un sistema acondicionador de aire residencial para zonas remotas que tenga como fuente principal de energía la energía solar reduciendo el consumo de energía eléctrica convencional.

Este proyecto en particular tiene la ventaja que no debe estar funcionando las 24 horas del día si no solamente cuando las temperaturas sean más elevadas y esto ocurrirá cuando la emisión de energía solar sea más intensa lo cual significa que se tendrá una mayor captación de energía y por lo tanto se podrá producir el frío necesario para el confort deseado.

El principio de refrigeración utilizado es por absorción. La capacidad del acondicionador será de 8000 BTU y tendrá una fuente auxiliar de energía para que este pueda funcionar en momentos en que no haya captación de energía solar. La fuente auxiliar de energía será alimentada por energía solar también, la cual será almacenada en un banco de baterías.

CONTENIDO

El acondicionamiento de aire consiste en regular las condiciones del aire en cuanto a temperatura (calefacción o refrigeración), humedad y limpieza. En condiciones ideales logra todo esto de manera simultánea

El acondicionador de aire o clima toma aire del interior de una recámara pasando por tubos que están a baja temperatura estos están enfriados por medio de un líquido que a su vez se enfría por medio del condensador, parte del aire se devuelve a una temperatura menor y parte sale expulsada por el panel trasero del aparato, el termómetro esta en el panel frontal para que cuando pase el aire calcule al temperatura a la que esta el ambiente dentro de la recámara, y así regulando que tan frío y que tanto debe trabajar el compresor y el condensador.

Aunque el confort sea una sensación puramente subjetiva, es necesario constatar que un cierto número de factores determinan el confort físico, ya sea en el trabajo ó en el descanso; postura, luz, presencia de corrientes de aire, temperatura, humedad, etc.

En todos los casos, una temperatura confortable es ciertamente uno de los puntos principales, más bien para el reposo que durante el trabajo.

La radiación solar posee una elevada calidad termodinámica al ser el resultado de procesos que tienen lugar en la superficie del sol a una temperatura equivalente de cuerpo negro visto desde la tierra de 5.777K.

Las radiaciones que provienen del Sol y llegan a los diferentes puntos de la superficie de la Tierra son más complejas de lo que el sentido común dicta. Su naturaleza no se puede reducir simplemente a luz y calor, es mucho más diversa. No toda la radiación solar es luz (o es visible) ni toda es calor ni toda participa en la fotosíntesis. No toda la radiación es nociva para los seres vivos, la ultravioleta (la cual no es visible ni puede ser percibida por los sentidos) sí.

En los procesos térmicos los colectores de placa plana interceptan la radiación solar en una placa de absorción por la que pasa el llamado fluido portador. Éste, en estado líquido o gaseoso, se calienta al atravesar los canales por transferencia de calor desde la placa de absorción. La energía transferida por el fluido portador, dividida entre la energía solar que incide sobre el colector y expresada en porcentaje, se llama eficiencia instantánea del colector.

Los colectores de placa plana tienen, en general, una o más placas cobertoras transparentes para intentar minimizar las pérdidas de calor de la placa de absorción en un esfuerzo para maximizar la eficiencia.

Para aplicaciones como el aire acondicionado y la generación central de energía y de calor para cubrir las grandes necesidades industriales, los colectores de placa plana no suministran, en términos generales, fluidos con temperaturas bastante elevadas como para ser eficaces. Se pueden usar en una primera fase, y después el fluido se trata con medios convencionales de calentamiento.

Los sistemas de seguimiento del sol de estos colectores son de varios tipos. El colector de concentración cilíndrico-parabólico (uno de los más difundidos) suele utilizar un reloj o sensor óptico. Este último combinado con un servomotor, hace girar al colector siguiendo la dirección del sol.

La constante solar (G_{sc}), es el flujo de energía proveniente del Sol, que incide sobre una superficie perpendicular a la dirección de propagación de la radiación solar, ubicada a la distancia media de la tierra al Sol, fuera de toda atmósfera. Esta energía corresponde a una radiación electromagnética

formada por distintas longitudes de onda (espectro solar) agrupadas en tres bandas: ultravioleta (UV), visible e infrarrojo (IR). Cada banda transporta una cantidad de energía determinada, siendo a este respecto las más importantes el visible y el IR.

La radiación solar recibida en Guayaquil varía durante el año, debido a que la posición del sol varía, aunque no de manera muy significativa como en otros países pero igual existe una variación la cual se analizará más adelante.

En su diseño más simple, la máquina de absorción consta de un evaporador, un condensador, un absorbedor, un generador y una bomba de solución. En un enfriador por ciclo de compresión, el frío se produce en el evaporador, donde el refrigerante o el fluido de trabajo se vaporiza y el calor se transfiere al condensador, donde el refrigerante se condensa la energía que eleva el calor de baja a alta temperatura se suministra como energía mecánica al compresor.

En un enfriador por ciclo de absorción, la compresión del vapor de refrigerante es efectuada por el absorbedor, la bomba de solución y el generador combinados, en lugar de un compresor de vapor mecánico. El vapor generado en el evaporador se absorbe en un absorbente líquido que hay en el absorbedor. El absorbente que ha absorbido refrigerante, absorbente gastado o débil, es bombeado al generador donde el refrigerante se libera en forma de vapor, el cual se debe condensar en el condensador. El absorbente regenerado o fuerte se recircula después al absorbedor para absorber de nuevo el vapor de refrigerante. El calor se suministra al generador a una temperatura relativamente alta y se rechaza desde el absorbedor a un nivel relativamente bajo, de forma análoga a un motor de calor.

Dejando a un lado el impacto medioambiental de los agentes frigoríficos, que se tratará en el apartado siguiente, entre las máquinas frigoríficas de absorción y las de compresión mecánica de vapor, existen diferencias muy significativas en cuanto a la influencia de su utilización sobre el medio ambiente.

Los expertos en esta materia, han coincidido en que el factor que determina con mayor exactitud la incidencia sobre el medio ambiente de una máquina o proceso, es el que se ha dado en denominar TEI (Total Environmental Impact) que engloba todos los parámetros de influencia:

- ODP (Potencial de destrucción de Ozono).
- GWP (Potencial de calentamiento global-Efecto Invernadero)
- Consumo de los equipos (COP).
- Vida atmosférica.
- Carga de los equipos (Refrigerante).
- Emisiones de los equipos.

De todos estos parámetros el de mayor importancia, cuando nos referimos a la maquinaria frigorífica, resulta ser el consumo de los equipos, englobando tanto los consumos directos de energía de cada máquina como los de energías primarias y fósiles necesarios para la producción de la energía eléctrica que después se va a consumir en ella, e incluyendo las misiones de gases invernadero (CO₂, fundamentalmente) que van aparejadas con la producción de esta energía.

El diseño del equipo acondicionador de aire esta basado en el principio de funcionamiento de refrigeración de Servel-Electrolux, en el cual no se utiliza bomba y se hace circular el fluido igualando las presiones inyectando un gas ideal al sistema, para el diseño a realizar helio.

El trabajo de la bomba de retorno es dar energía cinética al agua para que llegue hasta el colector. El reemplazo de la bomba de retorno tendría que ser por un fluido térmicamente conocido como aproximación a gas ideal, considerando que debe cumplir con propiedades como:

- ✓ Ser incompresible
- ✓ Coeficientes caloríficos constantes (importante por variaciones de temperatura altas)
- ✓ Constante universal de gases constante
- ✓ Debe ser de muy baja densidad.

El gas seleccionado es el Helio debido a sus buenas propiedades y no es explosivo como el hidrógeno.

Con el ingreso de este gas mantenemos la presión del sistema constante debido a que como se sabe por la ley de Dalton la presión total es igual a la suma de cada una de las presiones parciales.

$$P_{Total} = P_1 + P_2 + \dots$$

Para el caso del acondicionador será la presión del amoniaco más la presión con la que aporte el helio.

El funcionamiento del acondicionador es el siguiente:

El vapor de baja presión que procede del evaporador, en vez de ser comprimido por un compresor mecánico, es absorbido por una solución diluida de amoniaco y agua en el absorbedor. El helio gaseoso se encuentra presente en el sistema para aumentar la velocidad de evaporación del amoniaco y para proporcionar el balance de presión necesario en el sistema. El calor aplicado

desde la radiación solar en el generador origina que el vapor de amoniaco se desprenda de la solución.

El vapor de amoniaco con agua caliente se mueve hacia arriba hasta el separador en el cual el gas amoniaco sube hacia el condensador con la presión necesaria gracias a la ayuda del helio, y el agua caliente cae y regresa al absorbedor. En el condensador el sistema elimina calor con la ayuda de aletas y se licua. Luego al descender hacia el evaporador baja su presión y entra al evaporador amoniaco liquido a baja presión. En este dispositivo el amoniaco hierve absorbiendo calor del ambiente. El amoniaco en forma de vapor pero a baja presión regresa al absorbedor en el cual se encuentra con el agua en baja concentración y se vuelve a mezclar con ella y se repite el ciclo.

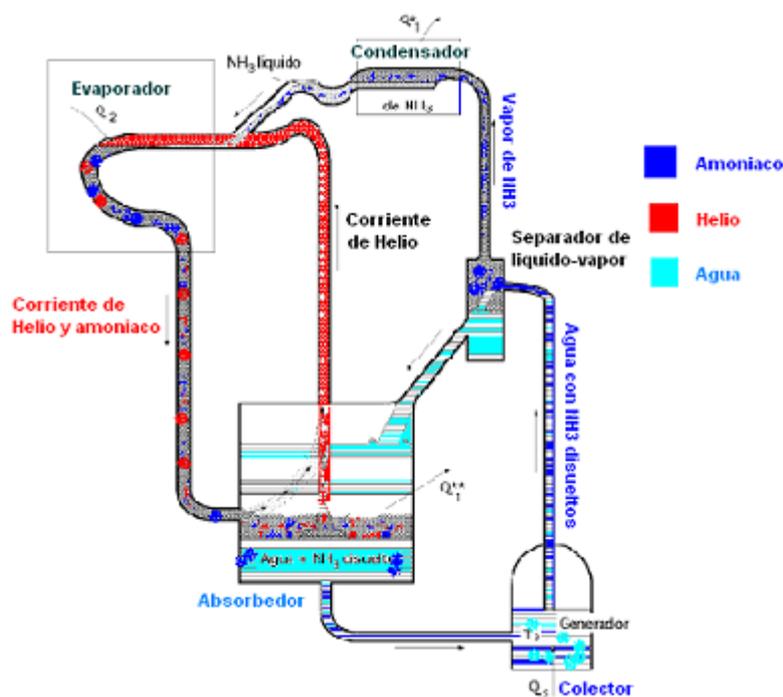


Fig.3.5 Ciclo de refrigeración por absorción. Agua-amoniaco-helio

En lo que a agentes frigorígenos se refiere, la balanza se inclina favorablemente a favor de la utilización de ciclos de absorción frente a los de compresión mecánica para la reducción frigorífica. Desde el punto de vista medioambiental el interés de los primeros es evidente, por las siguientes razones: En los ciclos Agua-Bromuro de Litio el refrigerante que se utiliza R-718 (agua destilada), y el absorbente es una solución de Bromuro de Litio. En los ciclos Amoniaco- Agua se utiliza R-717(Amoniaco) como refrigerante y agua destilada como absorbente.

Las tres sustancias tienen un comportamiento muy favorable con el medio ambiente, como se resume en la tabla siguiente, si bien se precisan precauciones especiales para la manipulación y mantenimiento de los equipos que trabajan con Amoniaco, dada la peligrosidad de esta sustancia para el ser

humano, sobre la que no es preciso abundar ya que es sobradamente conocida. Por lo que respecta al agua, solo cabe señalar la necesidad de controlar su pureza cuando se emplea como refrigerante, más por lo que puede afectar al rendimiento de los equipos que por sus efectos sobre las personas y el medio ambiente para los que es completamente inocua.

La sal de Bromuro de Litio es, así mismo inocua, aunque en solución acuosa tiene efectos detergentes bastante acusados por lo que no debe ser ingerida y conviene ser manipulada con la precaución necesaria para evitar derrames que pueden decolorar los suelos de madera y otros materiales orgánicos. No se requieren más prevenciones.

REFRIGERANTES Y ABSORVENTES			
	R-717 AMONIACO	R-718 AGUA	BrLi SAL DILUIDA
Estabilidad química	Media	Alta	Alta
Toxicidad	Ata	Nulo	Baja
Disponibilidad	Baja	Alta	Alta
Efectos contaminantes	Baja	Nulos	Nulos
ODP	0	0	0
GWP	0	0	0
TEWI	Bajo	Nulo	Bajo
Calor lat. Vaporización.	1.25 MJ/MKg	2.5 MJ/MKg	N/A
Costo	Medio	Bajo	Medio

CONCLUSIONES

- © La realización del proyecto es factible en cuanto se consigue el objetivo propuesto el cual era lograr el acondicionamiento de una habitación ubicada en alguna zona remota.
- © Si bien es cierto la instalación de dicho equipo es costosa, será el precio que se debe pagar para lograr obtener un ambiente confortable debido a que no existiría otra manera de poder conseguirlo por la ubicación en la que se encuentra.
- © La utilización de este tipo de sistema tiene una relación de demanda vs radiación solar recibida ya que cuando más se necesita el acondicionador solar es cuando se está recibiendo la mayor cantidad de radiación solar gracias a la cual va a poder funcionar el sistema correctamente y producir el enfriamiento deseado.
- © El sistema de refrigeración por absorción tiene la ventaja que casi no tiene partes móviles, solo se tiene el ventilador para el evaporador por lo cual es muy usado puesto que no hace ruido.
- © Este tipo de sistemas no necesitan mantenimiento, debido a que no tiene compresor no se necesitan tampoco filtros de deshumificadores, de aceite entre otros.
- © La utilización de una bomba para hacer circular el fluido es sustituido mediante la inyección de un gas ideal el cual no va a afectar en las propiedades termodinámicas del sistema si no que más bien va a ayudar a mantener la presión del sistema constante con lo cual se evita el uso de una bomba.
- © La cantidad de helio se estima de acuerdo a la presión baja, es decir a la presión en el evaporador, es decir que se inyecta hidrógeno en el sistema hasta que la presión en el evaporador sea la requerida, es decir hasta que se igualen las presiones en el sistema.

REFERENCIAS

- © WILLIAN C. WHITMAN, Tecnología de la refrigeración y aire acondicionado, Tomo III, Editores Spain Paraninfo, España 2000
- © FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR, Frank P. Incropera, cuarta edición, Mexico 1999
- © Flujo de Fluidos en válvulas, accesorios y tuberías, Crane, Editorial McGraw-Hill, México 1992
- © Curso de refrigeración, Angel Vargas

Atentamente,

Shirley Vera Silva
C.I. 0919728204

Ing. Ernesto Martinez
DIRECTOR DE TESIS