

PRIMEROS ESTUDIOS TERMODINÁMICOS EN LA MEJORA DE LA EFICIENCIA DE SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR MEDIANTE DESHUMIDIFICACIÓN DEL AIRE DE PROCESO UTILIZANDO DESECANTES REGENERADOS CON ENERGÍA SOLAR

R. Spotorno, A. Busso*, J. Pochettino, G. Figueredo, F. Benítez
GITEA - Grupo de Investigación en Tecnologías Energéticas Apropriadas
Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Resistencia
French 414. 3500 Resistencia-Chaco. República Argentina
Tel: +54 3722 432928. / Fax: +54 3722 432683/ e.mail: rubenspotorno@yahoo.com
*GER - Grupo en Energías Renovables – FaCENA – UNNE

RESUMEN: Se presentan los primeros estudios termodinámicos obtenidos en la introducción de desecantes sólidos (sílica gel) regenerado con energía solar, en sistemas de climatización por compresión de vapor. La metodología desarrollada se basa en el estudio del comportamiento de los sistemas de climatización por compresión de vapor, en el cual mediante la introducción de desecantes sólidos para diferentes situaciones particulares, se analiza la eficiencia de dichos sistemas. Se comprueba que la implementación del desecante es en el circuito de retorno del aire del evaporador no aporta ninguna mejora en la energética del ciclo. En cambio, si la implementación se realiza en el circuito de renovación, se produce una disminución en la entalpía del aire de proceso antes del evaporador y por lo tanto una reducción en el consumo eléctrico. Se logró determinar que el mayor ahorro energético es del orden del 5% para el secado del 15% del aire de renovación.

Palabras clave: compresión de vapor, adsorción, sílica gel.

INTRODUCCION

La utilización de equipos de aire acondicionado se ha hecho necesaria en las regiones subtropicales y húmedas, con el fin de obtener parámetros de temperatura y humedad dentro de la zona de confort. Las zonas que requieren de la utilización de acondicionamiento de aire se incrementan día a día y, aunque los sistemas por compresión de vapor de refrigeración y acondicionamiento de aire actuales son muy eficientes, presentan un consumo de energía elevado. Uno de los factores que contribuyen a un mayor consumo de energía en estos equipos es la humedad en el aire de proceso. El contenido de agua en la corriente de aire a refrigerar produce un aumento en la carga térmica sobre el equipo. Por ello, controlando el contenido de agua de la corriente de aire ambiente podría ser una alternativa viable para lograr una mayor eficiencia energética en estos sistemas.

Actualmente, en países industrializados se están utilizando sistemas desecantes para contribuir al confort humano. La comprobada eficacia y eficiencia energética de estos, ha motivado a los gobiernos de algunos países industrializados a promover su masificación mediante la investigación y desarrollo de nuevos materiales y equipos (Bula Silvera y Díaz, 2004).

Todo este esfuerzo debe conducir a una reducción apreciable de los costos de estos sistemas y, por lo tanto, contribuir a que puedan ser utilizados en instalaciones residenciales, comerciales (supermercados, hoteles, restaurantes, etc.) y hospitalarias. La deshumidificación del aire de proceso contribuye a evitar problemas tales como corrosión, condensación, olores, moho, etc., además de, reducir la carga térmica asociada a la entalpía de condensación, efecto este, que conlleva a la baja del consumo eléctrico del equipo, y aumento de su vida útil (Bula Silvera y Díaz, 2004).

La deshumidificación por desecantes requiere el uso de materiales que tengan una alta afinidad por el vapor de agua. En el proceso de adsorción, la humedad relativa del aire circundante desciende, mientras que su temperatura de bulbo seco y la temperatura del desecante aumentan. Dicho proceso es exotérmico, la energía es debida a la condensación del adsorbato más la generada en la unión adsorbente-adsorbato. El desecante recoge la humedad del aire de proceso hasta saturarse, humedad que, posteriormente, puede ser eliminada mediante un proceso de regeneración calentando el desecante por una corriente de aire. Este proceso de saturación y regeneración puede realizarse cíclicamente permitiendo su implementación en aplicaciones prácticas.

Algunos desecantes deben sus propiedades de retención de agua a adsorción superficial y a condensación capilar. Los adsorbentes no experimentan cambios en sus propiedades físicas o químicas cuando capturan la humedad y pueden ser tanto sólidos como líquidos.

Los desecantes sólidos más comunes son el gel de sílice (SiO_2) y la alúmina activada (Al_2O_3). La característica más importante del proceso de adsorción de agua por parte de los desecantes es su reversibilidad. En el proceso de regeneración, el desecante libera vapor de agua mientras se le transfiere calor. Las temperaturas de regeneración están generalmente entre 55°C y 150°C . Un desecante sólido pierde la capacidad de adsorción de humedad debido a la degradación térmica y mecánica, y principalmente por contaminación (Bula Silvera y Juvinao, 2004).

Existen a nivel mundial trabajos de investigación referidos al estudio en la mejora de la eficiencia en sistemas de acondicionamiento de aire por compresión de vapor mediante la implementación de filtros desecantes. Cabe aclarar que estos trabajos no plantean los estudios concernientes al proceso de regeneración mediante energía solar, ni del aprovechamiento del calor cedido al ambiente por el condensador.

Bula Silvera y Méndez Díaz (2004), concluyen que el filtro desecante se debe utilizar en sistemas de refrigeración que trabajen en un ambiente de alta humedad ya que, es en este tipo de ambientes donde se presenta mayor ahorro energético, en cambio para condiciones de baja humedad, el filtro no representa un ahorro significativo de energía eléctrica.

Por otro lado, Corredor et al. (1999) encontraron que las variaciones en las condiciones climáticas a lo largo del día no afectan apreciablemente el consumo eléctrico de los actuales equipos de acondicionamiento de aire. Por lo tanto, cualquier mejora que se emprenda debe apuntar hacia un manejo y control más eficaz de las cargas sensible y latente de los recintos estudiados. Señalan además que, los acondicionadores de aire convencionales instalados actualmente no son capaces de remover por completo la humedad del local y que para lograrlo, se requeriría de un equipo con una capacidad entre 54 y 76,6 % superior, lo cual puede significar un consumo eléctrico extra de 4,9 a 6,8 kW para un equipo de 20 T.R. Este último punto representa un panorama promisorio para la implantación de sistemas desecantes, destacándose aquellas edificaciones con grandes volúmenes de aire y afluencia de personas que justifiquen económicamente la inversión en equipos con la tecnología actual.

En el presente trabajo, se exponen los primeros resultados teóricos obtenidos a partir de un estudio termodinámico y del análisis del ahorro energético, de un sistema de climatización por compresión de vapor al que se le simula un dispositivo de desecante sólido (sílica gel) para controlar la humedad del aire de proceso. Se expone también de manera breve la propuesta de regenerar el desecante con energía solar aprovechando el calor de desperdicio del condensador para precalentar la corriente de aire del colector solar. Este punto está aun en etapa de estudio.

El presente trabajo es parte del estudio de la tesis final de la maestría en energías renovables dictada por la UNSa (Universidad Nacional de Salta).

MODIFICACIÓN PROPUESTA EN EL EQUIPO POR COMPRESIÓN DE VAPOR

En los acondicionadores de aire por compresión de vapor, la reducción de la temperatura como de la humedad relativa del aire del recinto se lleva a cabo en el evaporador hasta lograr las condiciones de confort del mismo. En el evaporador se produce la eliminación de las energías aportadas por el ambiente y humedad, siendo esta última el promotor de la gran cantidad de agua condensada en su superficie (Corredor., et al 1999).

Es en este componente del sistema donde centraremos nuestra discusión, ya que él absorbe la carga térmica que debe eliminar el equipo. Conviene notar que, bajo condiciones reales de funcionamiento, su rendimiento se ve afectado tanto por la película de agua/hielo como por la capa de polvo que a menudo se forma sobre su superficie, puesto que reducen sensiblemente su coeficiente de transferencia de calor.

El deshumidificador es el corazón del sistema desecante; él remueve la humedad de la corriente de aire hacia el evaporador, disminuyendo la carga térmica por condensación del vapor de agua y por lo tanto la cantidad de trabajo del compresor, obteniendo las condiciones deseadas de forma más rápida aumentando la eficiencia del sistema y disminuyendo el consumo energético. Durante esta parte del proceso, otra masa de desecante es regenerado mediante una fuente externa de energía, que para nuestro caso es energía solar. A fin de realizar un aprovechamiento integral de las fuentes de energías disponibles en el sistema, previo a su ingreso al colector, la corriente de aire en el circuito de regeneración se precalienta al pasar por el condensador.

A continuación se realiza el estudio termodinámico teniendo en cuenta las posibles formas de implementar el sistema desecante en sistemas de climatización por compresión de vapor en un equipo de 3.5 kW de capacidad:

Primer Caso: Secado interior del aire de retorno del evaporador

Se analizará la situación en la que el panel del material desecante se encuentre ubicado en la parte anterior del evaporador con el fin de deshidratar el aire de retorno. La figura 1 muestra la disposición de dicho panel en el sistema de refrigeración por compresión de vapor.

En la figura 1 se observa el proceso de recirculación del aire entre el evaporador-recinto-panel de sílica gel. El aire de proceso proveniente del recinto, con un contenido de humedad elevado debido al aporte de las personas y al aire infiltrado, pasa a través del panel de sílica gel produciendo el proceso de deshumidificación del mismo. El aire emerge del panel con mayor temperatura debido al aporte de energía durante el proceso de adsorción, para luego ingresar en el evaporador, donde se enfría para ingresar al recinto. La renovación del aire de proceso se produce simplemente por infiltraciones a través de puertas y ventanas contribuyendo al aumento de la humedad del recinto.

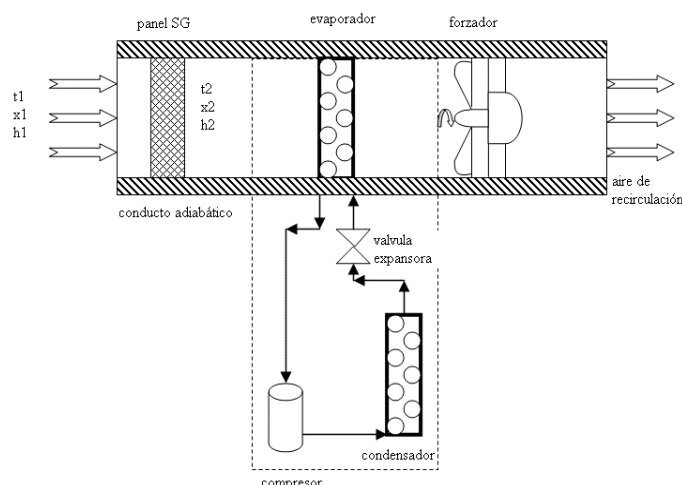


Figura 1: Sistema de climatización por compresión de vapor con panel desecante en el circuito interno.

Para realizar el estudio termodinámico entre los estados 1 y 2, aplicaremos la ecuación del primer principio para un sistema abierto a régimen permanente par a 1 kg de aire seco.

$$q = h_2 - h_1 + w_{c12} + \Delta e_c + \Delta e_p \quad (1)$$

Suponiendo que el sistema propuesto es adiabático, que no existe trabajo de circulación, y sin considerar variación de energía cinética y potencial.

$$q_{12} = 0 \quad w_{c12} = 0 \quad \Delta e_c = 0 \quad \Delta e_p = 0 \quad (2)$$

Por lo tanto:

$$h_2 = h_1 \quad (3)$$

La entalpía del aire a la entrada del panel de sílica gel será:

$$h_1 = cp_a t_1 + (r_0 + cp_v t_1) x_1 \quad (4)$$

La entalpía del aire a la salida del panel de sílica gel será:

$$h_2 = cp_a t_2 + (r_0 + cp_v t_2) x_2 \quad (5)$$

Igualando las dos entalpías:

$$cp_a t_1 + (r_0 + cp_v t_1) x_1 = cp_a t_2 + (r_0 + cp_v t_2) x_2 \quad (6)$$

$$cp_a t_1 + r_0 x_1 + cp_v t_1 x_1 = cp_a t_2 + r_0 x_2 + cp_v t_2 x_2 \quad (7)$$

$$r_0 (x_1 - x_2) = cp_a (t_2 - t_1) + cp_v (t_2 x_2 - t_1 x_1) \quad (8)$$

Donde:

w_{c12} : Trabajo de circulación

Δe_c : Variación de energía cinética

Δe_p : Variación de energía potencial

h_1 : Entalpía del aire antes del panel desecante

h_2 : Entalpía del aire después del panel desecante

t_1 : Temperatura del aire antes del panel desecante (°C)

t_2 : Temperatura del aire después del panel desecante (°C)

cp_a : Calor específico del aire (1.0032 kJ/kg °C)

cp_v : Calor específico del vapor de agua (1.9228 kJ/Kg °C)

x_1 : Humedad absoluta del aire antes del panel desecante (kg agua/ kg aire seco)

x_2 : Humedad absoluta del aire después del panel desecante (kg agua/ kg aire seco)

r_0 : Entalpía de vaporización (2495 kJ/kg)

El primer miembro de la ecuación (8) representa la energía (reacción exotérmica) debido a la cantidad de agua adsorbida por el elemento desecante. El segundo miembro nos indica el calentamiento del aire debido al proceso exotérmico en el material desecante al adsorber el vapor de agua presente en el mismo. Por lo tanto, al observar que dicho proceso es isoentálpico no se consigue ahorro energético alguno ya que el agua adsorbida por el sílica gel se traduce en un calentamiento del aire que ingresa al evaporador. Por tal motivo, esta modificación al ciclo, tal como está planteada, no presente ventaja alguna en lo referente a ahorro energético haciendo necesario otro tipo de configuración.

Segundo Caso: Secado exterior del aire de renovación

Para esta situación el panel desecante se instala de forma externa al proceso de acondicionamiento del aire. La figura 2 muestra el esquema propuesto con el panel desecante exterior al circuito de acondicionamiento de aire además de la distribución de los flujos de aire en el sistema.

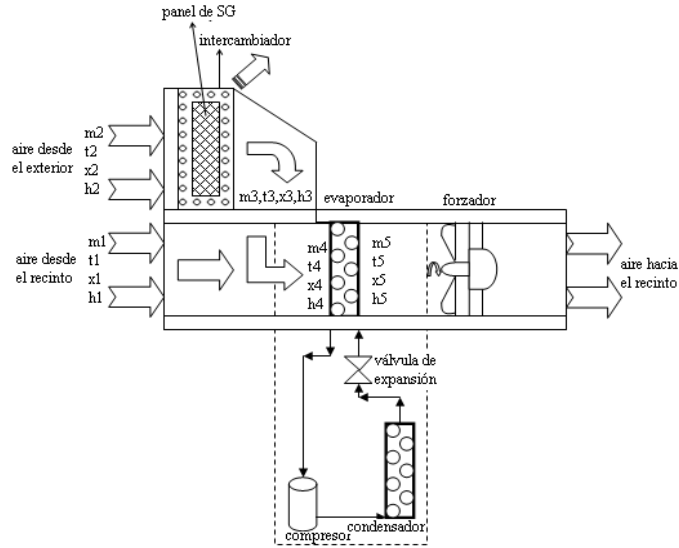


Figura 2: Sistema de climatización por compresión de vapor con panel desecante en el circuito externo.

En este caso, se deshidrata únicamente el aire de renovación, el cual representa un 15 % del total considerándose en una primera instancia del estudio que el panel desecante es de capacidad infinita.

El análisis termodinámico es el siguiente:

Se asume que el calor Q que se genera por el efecto exotérmico que produce el sílica gel durante la adsorción del vapor de agua se remueve con refrigeración externa. Se debe mencionar que la mayoría de las publicaciones consultadas no consideran ni la eliminación del calor generado durante la deshumidificación ni el balance energético total del sistema teniendo en cuenta la energía consumida por el ventilador que mueve el aire que pasa a través del panel de sílica gel. (Hirunlabh et al, 2005).

Otra suposición en nuestro análisis es que el espesor del panel es de 1 cm. para reducir las pérdidas de carga que provocaría en la corriente de aire de renovación, De esta manera, el aire de renovación circulará a través del mismo por la succión provocada por el propio forzador de aire que posee el sistema de climatización. Este hecho hace que en el balance energético total no se incorpore energía extra para circulación de aire. Con esto en mente y a partir de ensayos realizados con paneles de mayor espesor, de 0.05m aproximadamente, la temperatura después del panel desecante era de 5°C mayor que a la entrada del mismo (Sequeira et al, 2000). Por lo tanto se estima que, para un cartucho de 0.3 m x 0.25 m x 0.01 m, el aire a la salida del mismo aumenta su temperatura en aproximadamente 2°C.

Realizando el balance energético antes y después del sistema desecante se obtiene:

$$Q = (h_3 - h_2) \times 0.15 \times m \quad (9)$$

Donde:

h_3 : entalpía del aire de renovación después del sílica gel

h_2 : entalpía del aire de renovación antes del sílica gel

0.15: porcentaje de masa de aire de renovación

m : masa de aire de circulación en el recinto a climatizar

Los valores de entalpía antes y después del panel de sílica gel son las siguientes:

$$h_2 = c_{p_a} t_2 + (r_0 + c_{p_v} t_2) x_2 \quad (10)$$

$$h_3 = c_{p_a} t_3 + (r_0 + c_{p_v} t_3) x_3 \quad (11)$$

$$h_3 - h_2 = c_{p_a} t_3 + (r_0 + c_{p_v} t_3) x_3 - c_{p_a} t_2 + (r_0 + c_{p_v} t_2) x_2 \quad (12)$$

Donde:

t_2 : Temperatura del aire de renovación antes del panel desecante

t_3 : Temperatura del aire de renovación después del panel desecante

x_2 : Humedad absoluta del aire de renovación antes del panel desecante
 x_3 : Humedad absoluta del aire de renovación después del panel desecante

De acuerdo a lo supuesto $t_2 = t_3$, por lo tanto:

$$h_3 - h_2 = r_0 \times (x_3 - x_2) \times 0.15 \times m \quad (13)$$

La ecuación (13) representa la cantidad de agua adsorbida por el sílica gel, con lo cual se demuestra que si el panel desecante se encuentra ubicado en el exterior del sistema de climatización, el evaporador deberá retirar menor cantidad de agua y por consiguiente se obtendría una reducción en el consumo de energía al disminuir el funcionamiento del motocompresor.

El cálculo de los parámetros del aire en el estado 4, antes de ingresar al evaporador son:

$$m_4 = m_1 + m_3 \quad (14)$$

$$m_1 x_1 + m_3 x_3 = m_4 x_4 \quad (15)$$

$$x_4 = \frac{m_1 x_1 + m_3 x_3}{m_1 + m_3} \quad (16)$$

$$m_1 h_1 + m_3 h_3 = m_4 h_4 \quad (17)$$

$$h_4 = \frac{m_1 h_1 + m_3 h_3}{m_1 + m_3} \quad (18)$$

Donde:

- m_4 : Masa de aire que ingresa al evaporador
- m_1 : Masa de aire de recirculación
- m_3 : Masa de aire de renovación
- x_4 : Humedad absoluta del aire al ingreso del evaporador
- x_1 : Humedad absoluta del aire de recirculación
- x_3 : Humedad absoluta del aire de renovación
- h_4 : Entalpía del aire al ingreso del evaporador
- h_1 : Entalpía del aire de recirculación
- h_3 : Entalpía del aire de renovación

Mediante datos de temperatura ambiente registrados por el GITEA, para un día particular de verano, se puede observar en la figura 3, que a medida que aumenta la temperatura exterior t_2 de renovación del aire, y considerando además la elevación de temperatura debido al proceso exotérmico de aproximadamente de 2 °C, y que mediante la refrigeración externa se logra obtener una temperatura t_3 menor que t_2 , lo cual se traduce en una disminución adicional de entalpía del aire de salida (h_3).

En cada instante, la diferencia entre la entalpía de entrada y de salida del panel desecante se traduce en la energía transferida al fluido que circula por el intercambiador de calor utilizado para enfriar el aire de renovación.

A fin de analizar el comportamiento del sistema frente a diferentes situaciones debemos fijar ciertas condiciones de trabajo. A este respecto, se asume que en el recinto se encuentran tres tipos de fuentes de calor con características descritas en la Tabla 1.

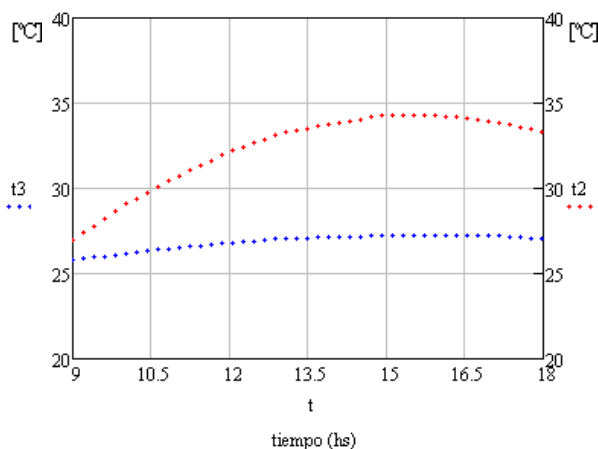


Figura 3: Temperatura antes y después del sílica gel en función del tiempo.

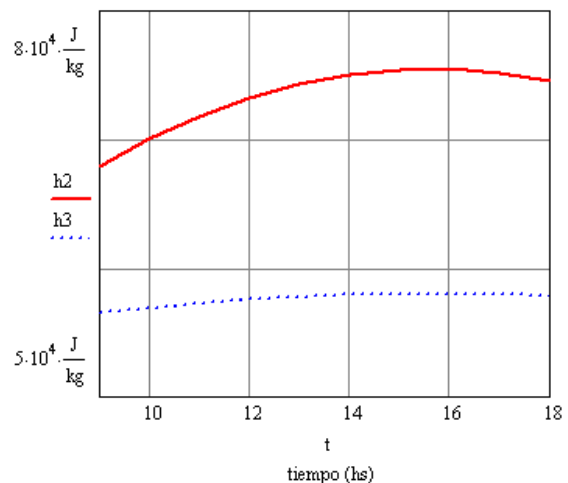


Figura 4: Gráfica de las entalpías específicas antes y después del panel desecante.

Fuente	Descripción	Variación de entalpía (Threlkeld, 1973)		Observaciones
		Por variación de temperatura	Por aumento de humedad	
Personas	3 sentadas, trabajando liviano	230 kJ/h	188 kJ/h	
Luminarias	6 de 40 W c/u	3.59 kJ/h-W (incandescentes)		20% más para fluorescentes por aporte de reactancia
Computadora	3 de escritorio	1.076 x 10 ³ kJ/h		

Tabla 1: Aporte energético por fuente de calor presente en el recinto.

La potencia del equipo utilizado para el estudio es un aire acondicionado convencional de 3.5 KW de potencia.

Con estos supuestos se analizan cuatro situaciones de deshumidificación del aire de renovación tal como se resumen en la Tabla 2.

Caso	% masa de aire recirculante	% masa de aire de renovación
h4a	85	15
h4b	90	10
h4c	95	5
h4d	100	0
h4e	50	50

Tabla 2: Casos de estudio.

Mediante la ec.(18), se lograron determinar las entalpías específicas del aire antes del ingreso al evaporador (estado 4), que resulta de la mezcla del aire de renovación deshidratado (estado 3), y del aire de recirculación proveniente del recinto (estado 1). Para dicho cálculo se estimó que la humedad absoluta del aire de renovación antes del panel desecante se mantuvo constante. Cabe aclarar además que, para esta primera instancia de estudio y suponiendo que el panel desecante es de capacidad infinita, la humedad absoluta después del mismo también se mantuvo constante durante el ensayo.

En la figura 5 se presentan los valores de entalpía específica del aire antes de ingresar al evaporador (estado 4) en función del tiempo transcurrido. En ella se puede observar que para el caso h4a, la entalpía específica del aire adquiere su valor mas bajo. Por otro lado, se determinó además el ahorro de energía mediante la ec. (19).

$$ahorro = \left(\frac{h_{sr} - h_{cr}}{h_{sr}} \right) \times 100 \quad (19)$$

Donde:

h_{sr} : Entalpía del aire sin renovación

h_{cr} : Entalpía del aire con renovación

Mediante la ec. (19), se logró determinar los diferentes ahorros energéticos para los distintos casos planteados en la tabla N°2.

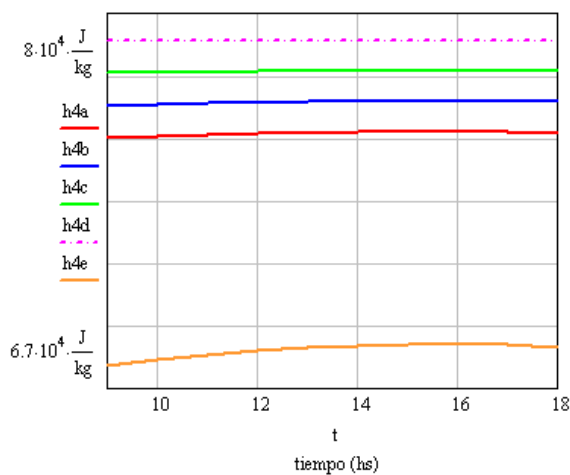


Figura 5: Entalpías específicas para los distintos casos mencionados anteriormente.

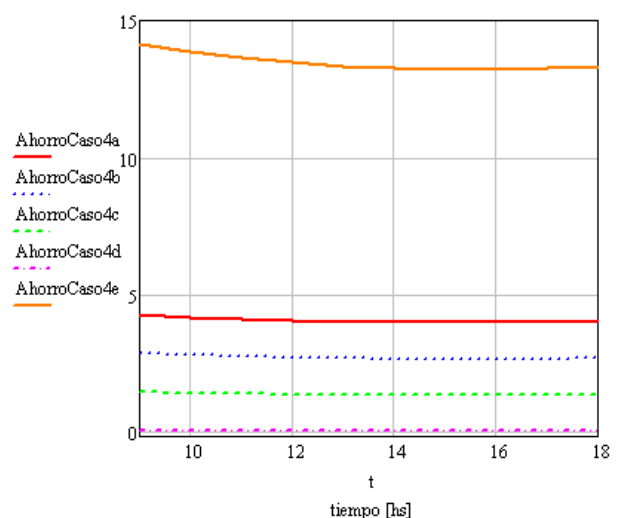


Figura 6: Gráfica de ahorro energético para cada caso de secado de masa de renovación.

De acuerdo a la figura 6, para el caso 4a, se logró un ahorro de energía aproximadamente del 5 %, respecto al caso 4d (sin masa de renovación). Si bien para el caso particular 4e, el ahorro de energía es del orden del 14 %, se presentaría un inconveniente para mover el aire de renovación teniendo que recurrir a un motor adicional debido al caudal que se necesitaría hacer circular.

Propuesta de la regeneración del material desecante

A continuación se presenta la propuesta de estudio de la regeneración del material desecante (sílica gel), utilizando energía solar y el calor del condensador cedido al ambiente.

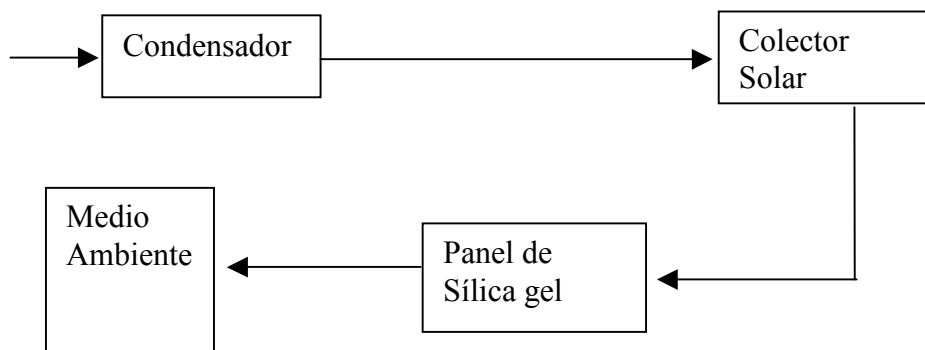


Figura 7.- Esquema de circulación del aire en el proceso de regeneración del sílica gel.

La figura 7 presenta el esquema funcional propuesto. El aire caliente que emerge del condensador (calor de desperdicio), se lo hace ingresar al colector solar de aire de placa plana lográndose de esta manera, una temperatura final del aire adecuada para la regeneración del material desecante. A continuación, el aire caliente ingresa a una cámara de secado removiendo la humedad del sílica gel saturado para luego ser expulsado al medio ambiente. El efecto de precalentamiento del aire que se produce en el condensador debería, al menos en principio, reducir la superficie del colector solar necesaria y por consiguiente, disminuir costos asociados a la construcción del mismo. Además se estudiará la factibilidad de que la circulación del aire en el circuito de la figura 7 se realice mediante el ventilador centrífugo que posee el equipo para la renovación de aire, de forma tal de reducir costos adicionales y consumo energético.

CONCLUSIONES

Se analizó termodinámicamente la mejora energética que podría introducir la deshumidificación del aire de proceso en un equipo acondicionador de aire convencional de 3.5 kW de capacidad de refrigeración. Se plantea la incorporación de un sistema de deshidratación por desecante sólido en la corriente un aire de proceso antes del evaporador.

Sobre la base de esta configuración se estudiaron dos situaciones para las corrientes de aire de proceso: 1) sin renovación. 2) con renovación parcial. En el primer caso los cálculos demuestran que la modificación introducida al ciclo no conlleva ahorro energético alguno. Para el segundo caso, se analizaron varios escenarios de mezcla para el aire de proceso: 15%, 10%, 5%, 0% y 50%, con resultados alentadores, indicando que la deshumidificación representa una alternativa para reducir el consumo de energía eléctrica.

Los cálculos muestran un ahorro energético estimado del 5% para un aire de renovación del 15 %, tomando como referencia para el caso 4d (sin secado de masa de renovación). Para el caso particular donde se deshidrata el 50 % de aire de renovación, se obtiene el mayor ahorro energético. Cabe recordar que en el estudio se asumió que el panel desecante es de capacidad infinita. Al no ser esto válido en la realidad, se necesitaría un panel de mayor espesor produciendo una gran pérdida de carga llevando a la necesidad de un ventilador forzador auxiliar para mover el aire de renovación.

Si bien este primer estudio demuestra que es posible lograr un ahorro energético deshumidificando el aire de proceso en el funcionamiento de un equipo de aire acondicionado convencional, el mismo no es significativo comparado con la complicación técnica que significa incorporar el dispositivo propuesto, incluida la etapa de secado del desecante sólido. Además, el estudio se hizo con muchas simplificaciones y para un equipo de bajo porte, por lo que nos hace suponer que la esta alternativa resultaría más recomendable para equipos de grandes capacidades de refrigeración. Esto, junto con un estudio con consideraciones más realistas en las condiciones de operación, está siendo objeto de análisis más detallado para corroborar lo afirmado.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al estudiante Hugo Osiska por la colaboración y apoyo técnico en el empleo de MathCad.

REFERENCIAS

- Bula Silvera y Díaz F. (2004). Ahorro de energía eléctrica por implementación de filtros desecantes en sistemas de acondicionamiento de aire por compresión de vapor. Revista Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. pp. 84-92.
- Bula Silvera y Juvinao J. (2004). Comportamiento del gel de sílice como filtro deshumidificador en sistemas de acondicionamiento de aire por compresión de vapor. Revista Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. pp. 73-83.
- Corredor L., Mestra A., Pacheco J. (1999). Estimación del ahorro de energía eléctrica conseguido con la implementación de sistemas desecantes en ambientes tropicales húmedos. Ingeniería & Desarrollo. Universidad del Norte. V5 92-104.
- Hirunlabh J., Charoenwat R., Khedari J., Sombat T. (2005). Estudio de viabilidad del sistema desecante del aire acondicionado en Tailandia. Science Direct.
- Sequeira A., Pochettino J., Spotorno R., De Bortoli M., Screpnik C., Figuero G., Benítez F. (2000). Climatizador por adsorción-humidificación: construcción y primeros resultados experimentales. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol 4. N°1. pp. 3.49-3.53.
- Therelkeld J. (1973). Ingeniería del ámbito térmico. 2ª edición, pp 368-369. Editorial Prentice-Hall Internacional. New Jersey.

ABSTRACT

The first thermodynamic studies obtained introducing solid desiccant (silica gel), regenerated with solar energy, in vapor compression air conditioning systems are presented. The efficiency of the vapor compression refrigeration cycle with solid desiccant in the process air stream is studied analyzing the behavior of the system under different situations. It is noted that the inclusion of the desiccant element in the return circuit from the evaporator make no improvement in the energetic of the cycle. However, if the desiccant is in the renovation air circuit there is a decrease in the enthalpy of the process air entering the evaporator thus a reduction in power consumption. It was determined that the greatest energy savings is the order of 5% for a renovation with 15% of fresh air.

Keywords: adsorption, vapor compression, silica gel.