

ENFRIAMIENTO PASIVO: RESULTADOS

E. Frigerio, L. Saravia¹, R. Lozano

INENCO*

Buenos Aires 177 - 4400 Salta

Tel.: (087) 255423

Fax: 255489

RESUMEN.

En trabajos presentados anteriormente se indicó la importancia del recurso de la radiación nocturna y se presentaron dos sistemas diferentes que hacen uso de la irradiación a cielo para enfriar.

El primero de ellos hace uso de un tubo de calor para realizar la transferencia entre una placa radiadora y un depósito de agua a enfriar. Los ensayos demostraron que el fluido de intercambio (metanol) no es satisfactorio para el uso deseado, es decir, enfriar hasta congelamiento de agua.

El segundo sistema es un circuito simple de convección natural donde circula etanol. La transferencia se realiza por medio de un serpentín sumergido en el depósito de agua. En los ensayos realizados se logró enfriar la masa de agua por debajo de 0 °C.

DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS.

El equipo presentado en Frigerio et al., 1993, no dió resultados satisfactorios, pero mostró la necesidad de prestar más atención al problema de transferencia en los extremos de dichos tubos.

La solución a este problema fue conseguida uniendo al tubo de calor de cobre, en el extremo evaporador, un tanque en forma solidaria e intercomunicado con él. El evaporador, de forma prismática, tiene 430 cm³ de capacidad y presenta un aleteado externo por debajo. (Figura 1)



Figura 1: esquema del sistema con tubo de calor.

De la misma manera, al extremo condensador se encuentra unida y conectada a él una placa radiante consistente en otro tanque plano de 0,5 m² de superficie. Para evitar el aplastamiento cuando se hace vacío, la superficie superior es una chapa ondulada y soldada a la inferior en los puntos de contacto, quedando formados una serie de ductos paralelos.

Este tanque ha sido aislado por debajo y los costados por una caja de poliestireno expandido de 5 cm de espesor. El cierre por arriba se lo ha hecho con polietileno para permitir el intercambio radiativo infrarrojo con el cielo.

¹ Investigador del CONICET

* Instituto UNSa.-CONICET

A la placa radiadora se le ha dado un pequeño ángulo para facilitar el escurrimiento del condensado hacia el tubo de calor

El tubo de calor se ha aislado con mediacañas de poliestireno.

Los tres elementos forman una única unidad herméticamente sellada por donde circula el fluido de intercambio elegido. Con ello se ha logrado una muy buena transferencia en los dos extremos.

El depósito es una caja de poliestireno expandido con paredes de 10 cm de espesor y con una capacidad de 6,5 dm³.

El equipo presentado en Frigerio et al., 1995, es un circuito de convección natural simple en donde la irradiación a cielo se efectúa mediante un tanque plano construido en chapa galvanizada. (fig. 2), cuyas superficies inferior y superior se separan al cargar el fluido. Este radiador, al igual que el radiador del equipo anterior, ha sido aislado por debajo y por los costados con una caja de poliestireno expandido de 5 cm de espesor. La cobertura también es de polietileno dejando una superficie de irradiación de 0,5 m².

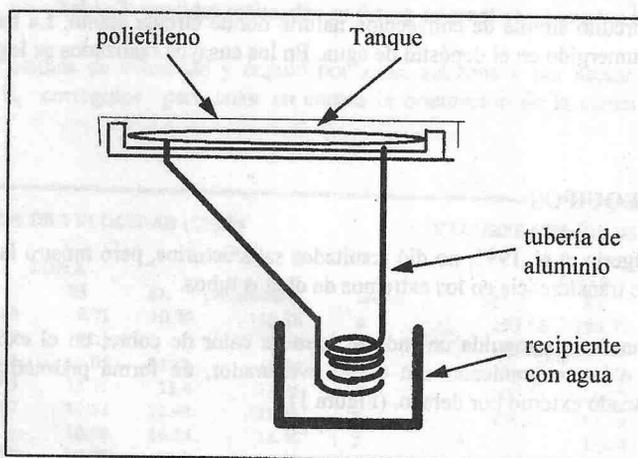


Figura 2: esquema del sistema de convección natural.

El radiador se ha dispuesto inclinado respecto a la horizontal.

El tanque está conectado a un serpentín, que se encuentra inmerso en un recipiente con 8 dm³ de agua. Se ha mejorado el diseño reemplazando las conexiones de aluminio por mangueras plásticas de mayor diámetro interior (1 cm) y el serpentín es ahora de cobre de 1/2". Esto ha facilitado mucho el armado. Se ha agregado además una llave en una de las conexiones con el fin de evitar la circulación inversa durante el día. El fluido elegido para circular por el circuito es etanol, conteniendo todo el sistema alrededor de 5 dm³.

A las superficies radiantes de ambos equipos se las pintó de blanco para protegerlas de la intemperie, evitar el sobrecalentamiento de día y mejorar la emisividad.

ENSAYOS REALIZADOS Y RESULTADOS.

Todos los ensayos se realizaron en el predio universitario en Salta.

En la figura 3 se muestra un comportamiento típico del primer equipo mencionado. La curva de abajo es la temperatura de la placa radiadora enfriada con hielo. La siguiente hacia arriba es la temperatura del tubo de calor; las dos siguientes son las del tanque evaporador y del agua respectivamente. La línea horizontal es la temperatura ambiente. En todos los ensayos realizados se ha observado que hay una gran transferencia hasta los 17 °C aproximadamente y que deja de transferir a los 10 a 12°C. La gráfica de la figura 4 muestra esta transferencia. Dado lo cuidadoso de las medidas se llega a la conclusión de que el fluido de transferencia utilizado no sirve a los propósitos deseados.

El otro sistema en su nueva configuración ha tenido un rendimiento mejor que en la antigua. Las figuras 5 y 6 muestran el funcionamiento del equipo en una situación en que comenzó con el agua en el depósito a 4 °C. A esta temperatura llegó luego de que en la noche anterior el agua pasó de 10 a 4 °C. La temperatura final fue de -2 °C, notándose la formación de una delgada capa de hielo sobre el serpentín.

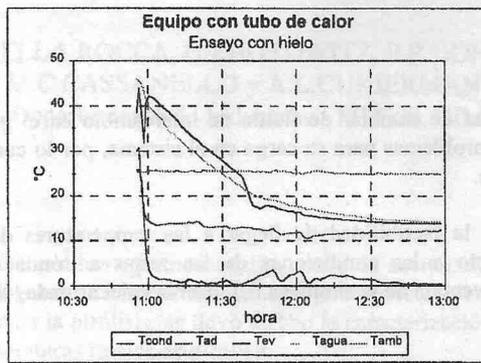


Figura 3: temperaturas

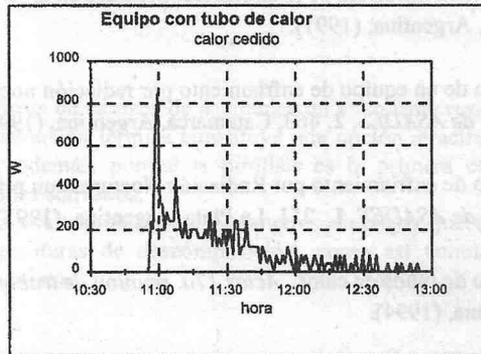


Figura 4: calor cedido por el agua en el depósito.

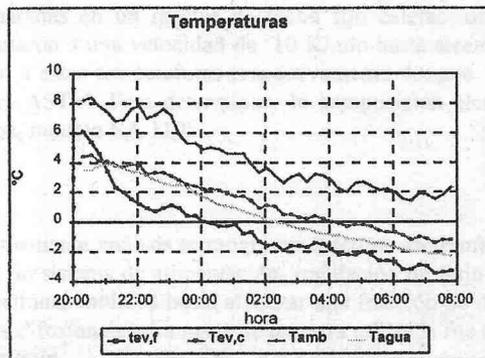


Figura 5: Equipo de convección natural.

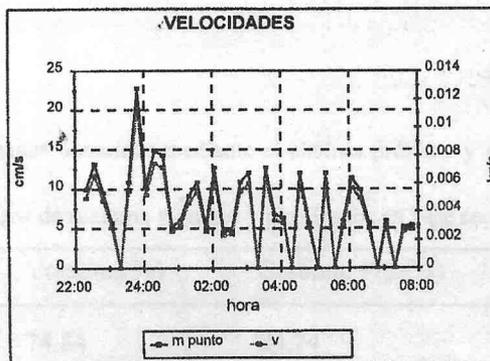


Figura 6: Equipo de convección natural.

Es interesante notar que la velocidad media en las mangueras fue de 7,4 cm/seg y de que el promedio del calor cedido por el agua fue de 3,5 W logrado con una superficie de 0,5 m² de radiador. Esta velocidad media es cuatro veces mayor que la máxima conseguida con los tubos de aluminio, que fue de 1,8 cm/seg.

CONCLUSIONES.

Ya se ha mencionado la necesidad de cambiar de fluido de intercambio en el primer equipo. Se probará en el futuro con butano. Este presenta problemas para su carga en el sistema, por lo cuál se ha diseñado un sistema de carga actualmente en construcción.

El segundo equipo ha mostrado la factibilidad de llegar a las temperaturas deseadas, a pesar de operar en condiciones desfavorables respecto a las condiciones de las zonas a dónde está dirigido (la Puna, Valles Calchaquíes). Presenta además la ventaja de la simpleza del diseño y del armado, siendo sencilla su instalación.

REFERENCIAS.

1. E. Frigerio y L. Saravia. Emisividad infrarroja de la atmósfera. Medidas en el N.O.A. *Anales AFA*, **3**, 432, Tucumán, Argentina, (1991).
2. E. Frigerio y L. Saravia. Diseño de un equipo de enfriamiento por radiación nocturna. *Actas 15a. Reunión de Trabajo de ASADES*, **2**, 463, Catamarca, Argentina, (1992).
3. E. Frigerio y L. Saravia. Equipo de enfriamiento por Radiación Nocturna: un primer prototipo. *Actas 16a. Reunión de Trabajo de ASADES*, **1**, 251, La Plata, Argentina, (1993).
4. E. Frigerio y L. Saravia. Ensayo de tubos de calor. *Actas 17a. reunión de trabajo de ASADES*, **19**, Rosario, Argentina, (1994).
5. E. Frigerio, L. Saravia², R. Lozano y G. Campos. Un nuevo diseño para enfriamiento pasivo. *Actas 18a. reunión de trabajo de ASADES*, **2**, 7.61, San Luis, Argentina, (1995).