

“INFLUENCIA DE LA POSICION DE UNA PLACA EVAPORATIVA”*

Juan C. Marchioli; Alberto D. Fernández; Luis A. Romero
Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas – UNCA
Maximio Victoria 55 – CP 4700 – Catamarca – Tel-Fax: (03833) 435112
Email: jcmarch@arnet.com.ar

Juan R. Sequi
Fac. de Ciencias Agrarias
Av. Belgrano y Mtro. Quiroga
4700 – Catamarca

Walter E. Herrera
Fac. de Cs. Exactas y Naturales
Av. Belgrano 300
4700 – Catamarca

RESUMEN

El presente trabajo muestra la variación de la velocidad de evaporación de una placa de espuma de goma, sometida a una corriente de aire húmedo, en condiciones de velocidad, temperatura y humedad relativa constantes, cuando se modifica su posición respecto a la dirección del viento.

También se muestra un esquema del túnel de viento con la ubicación de los diferentes sensores de temperatura y humedad para determinar la variación de los parámetros sicrométricos.

Se representa también la curva de la velocidad de evaporación construida a partir de los datos experimentales y las curvas de ajuste respectivas.

Estas curvas de ajustes son el resultado de la aplicación de un modelo matemático general propuesto en donde se toma el exponente del ángulo de variación de posición de la placa como parámetro.

INTRODUCCION

En un trabajo anterior se estudió el comportamiento de placas evaporativas de distintos materiales, en la zona lineal de evaporación, relacionando la masa de agua evaporada por unidad de tiempo, bajo la influencia de una corriente de aire tangencial a la misma.

En ensayos de secado, F. Kneule (1) cita trabajos de Powell, donde se pone de manifiesto que el coeficiente de transferencia de materia varía con la posición que presenta la placa (a secar), respecto a la dirección del viento. Esto llevó a pensar que algo similar ocurre cuando se trabaja con placas evaporativas y esto influiría significativamente en el diseño de los equipos de refrescamiento.

Para comprobar la influencia de la posición respecto de las funciones sicrométricas, se planteó el presente trabajo donde se muestra la variación de la velocidad de evaporación de una placa de espuma de goma, sometida a una corriente de aire húmedo, en condiciones de velocidad, temperatura y humedad relativa constantes.

A partir de los valores experimentales registrados, se desarrolló un modelo matemático que determina la variación del coeficiente de masa y del coeficiente de refrescamiento cuando la placa varía su posición entre 0° y 90° con respecto a la dirección de la corriente de aire húmedo.

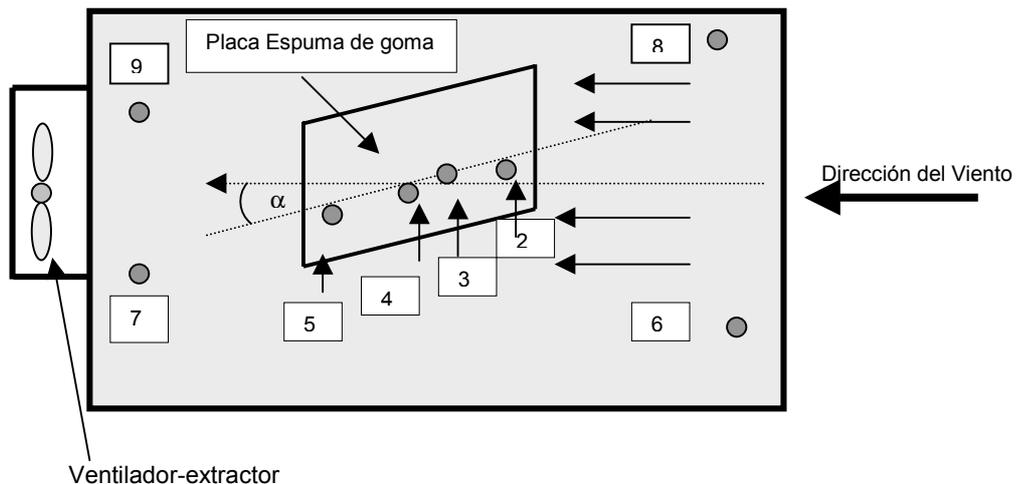
* Parcialmente financiado por la SEDECYT – UNCa.

MATERIAL Y METODO

A los fines del ensayo se construyó una placa evaporativa de 600 mm x 600 mm, consistente en un marco de hierro ángulo, dentro del cual se fijó una placa de espuma de goma de 10 mm de espesor. Estas dimensiones resultan las mas adecuadas para minimizar la influencia de los márgenes de error de medición de los instrumentos involucrados en el ensayo.

La placa fue ensayada en el interior de un túnel de viento, cuyas características técnico-constructivas y de funcionamiento se describen en un trabajo anterior (2), suspendida convenientemente de una balanza gravimétrica que registra las variaciones de peso debida a la evaporación. En el interior del túnel se ubicaron los sensores de humedad y temperatura, además de los sensores de temperatura ubicados en la placa, para medir la temperatura del aire y de la película de agua sobre la misma (Fig. 1).

FIG. N° 1: Vista esquemática del túnel de viento mostrando los diferentes sensores y la disposición de la placa.



α = Angulo del plano de la placa con respecto a la dirección del viento.

Sensor 1 = Punta fría del sistema de adquisición de datos.

Sensores 2 y 5 = Temperatura del aire húmedo a la entrada y salida de la placa respectivamente.

Sensores 3 y 4 = Temperatura de la película de agua sobre la placa.

Sensores 6 y 7 = Temperatura del aire húmedo a la entrada y salida del túnel respectivamente.

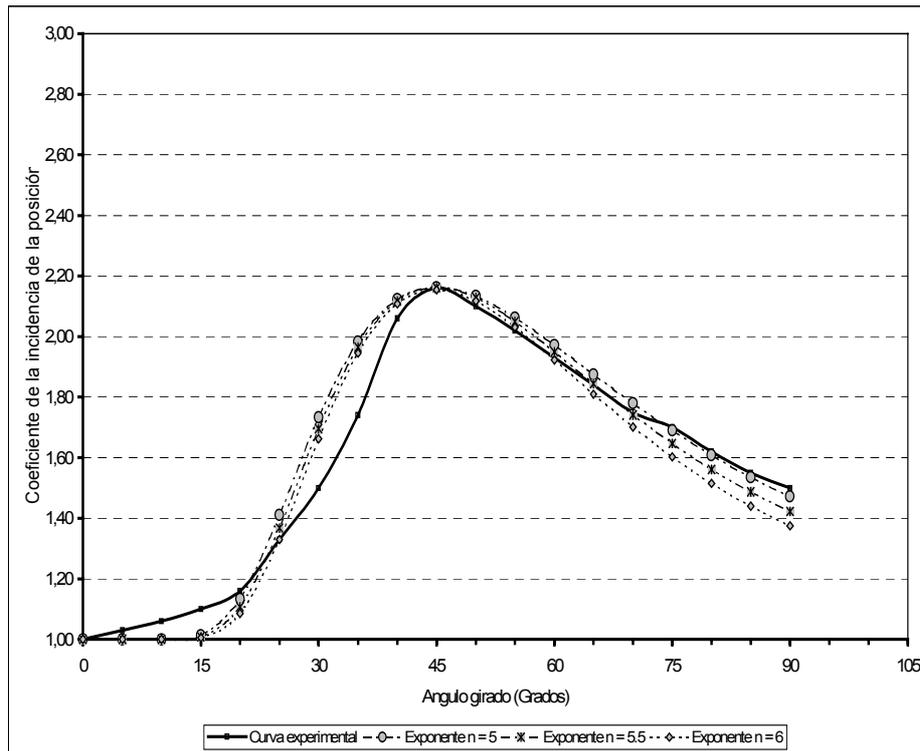
Sensores 8 y 9 = Humedad relativa del aire a la entrada y salida del túnel respectivamente.

El ensayo se realizó con una variación angular total de 90°, sobre la base de posiciones intermedias de 15°, registrándose en cada una de ellas las magnitudes sicrométricas cada 5 minutos, sobre un tiempo total de 50 minutos, lo que implica la realización de diez (10) lecturas por cada posición considerada.

Teniendo en cuenta la velocidad de variación de masa, para cada posición, se construyó la curva experimental según puede observarse en el Gráfico N° 1. En el mismo también se muestran las curvas construidas a partir del modelo matemático propuesto para ajustar la curva experimental.

A partir de la velocidad de variación de masa, mostrada en el Gráfico de referencia, se puede determinar la variación del refrescamiento, multiplicando cada valor por el número de Lewis, por el calor específico de vapor de agua y por la temperatura media de la película de agua, que para el ensayo tiene un valor de $t = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

GRAFICO N° 1: Curvas de velocidad de variación de masa a partir de los valores experimentales y ajustadas según el modelo matemático propuesto.



Modelo matemático deducido

No habiéndose encontrado en la bibliografía consultada sobre el tema ninguna función matemática que ajuste la curva experimental, se propone para tal fin el modelo matemático general siguiente:

$$C_p = \frac{C_1}{\alpha^n + [e^{(C_2/\alpha)} - 1]} + 1$$

C_p = Coeficiente de incidencia angular en función de la posición.
 C₁ y C₂ = Constantes de ajuste.
 α = Angulo de posición.
 n = Exponente adoptado como parámetro.

En razón de que el modelo matemático propuesto no ajusta exactamente la curva experimental, se considera a (n) como un parámetro a definir, mostrándose en este caso la configuración final de la ecuación general, para n= 5; n= 5.5 y n= 6 .

n = 5

$$C_p = \frac{49.5}{\alpha^5 + [e^{(3.90/\alpha)} - 1]} + 1$$

n = 5,5

$$C_p = \frac{73.1}{\alpha^{5.5} + [e^{(4.30/\alpha)} - 1]} + 1$$

n = 6

$$Cp = \frac{106}{\alpha^6 + [e^{(4.69/\alpha)} - 1]} + 1$$

El modelo matemático propuesto se deduce empíricamente de las experiencias referenciadas, lo cual es totalmente válido porque se puede verificar mediante el cálculo de errores que, para ángulos $\geq 18^\circ$, no superan el 13 %. En un trabajo posterior, sobre la base de un estudio más profundo, se deducirá analíticamente la fórmula propuesta.

CONCLUSION

Como puede observarse en el Gráfico N° 1, cuando el parámetro $n = 5,5$ se obtiene la curva de ajuste que mejor representa a la curva determinada experimentalmente.

También se demuestra que cuando la placa presenta un ángulo de 45° respecto de la dirección del viento, se obtiene el máximo de evaporación y por lo tanto resulta la mejor disposición para lograr el máximo de enfriamiento en el diseño de los equipos de refrescamiento.

Igualmente se observa que la posición de 90° es más favorable a la evaporación y por ende al refrescamiento que la posición de 0° , es decir cuando el viento circula tangencial a la placa.

Es evidente conforme a la curva experimental que la posición de máxima evaporación se verifica para un ángulo de 45° .

REFERENCIAS

- (1) Dr. Ing. Friedrich Kneule. El Secado – TOMO I - Ed. URMO S.A.
- (2) J.C. Marchioli, A.D. Fernandez et-al; Construcción Calibración y Ensayo de un Túnel de Viento para Estudiar el comportamiento de Superficies de Refrescamiento – Actas de ASADES – Mar del Plata 1996 – Tomo II, Pág. 07.5.
- (3) W.M. Kays; Convective Heat and Mass Transfer; Ed. Mc Graw – Hill.
- (4) R. Siegel y J. Howell; Thermal Radiation Heat Transfer; Ed. Mc Graw – Hill.
- (5) Eckert Drake; Heat & Mass Transfer; Ed. Mc Graw – Hill.
- (6) J.M. Pinazo Ojer; Manual de Climatización – Tomo I – Transformaciones psicrométricas; Univ. Politécnica de Valencia.