

Estimación de coeficientes de transmisión de calor

Objetivo:

- Determinar coeficientes de transmisión de calor individuales (convección y radiación) a partir de un coeficiente global

Ecuación de definición del coeficiente global	$Q [W] = U A_e (T_v - T_a)$
Cilindro vertical, área externa	$A_e = \pi D_e L$

Fuente de calor, fijada (vapor condensante, $T = T_v$)	$Q [W] = \dot{m} \left[\frac{kg}{s} \right] \lambda_v \left[\frac{J}{kg} \right]$
Calor latente para vapor de agua condensante a $P = 1 \text{ atm}$	$\lambda_v = 540 \left[\frac{kcal}{kg} \right] = 2.260 \left[\frac{kJ}{kg} \right]$
Diámetro externo del tubo, medido	$D_e = 3,42 \text{ cm}$
Longitud del tubo, medida	$L = 95 \text{ cm}$
Temperaturas: medidas en estado estacionario	T_v (°C) T_a (°C)
Medida del caudal de calor: masa de agua condensada por unidad de tiempo a la temperatura de condensación (valor medio de varias medidas)	t (min) m (g) \dot{m} ($\frac{g}{min}$)
Coeficiente global, calculado	$U \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right] = \frac{\frac{m}{t} \lambda_v}{\pi D_e L (T_v - T_a)}$

Composición de U: análisis de resistencias

- La película líquida de vapor condensante opone resistencia al paso del calor (convección): R_{VC}
 - El tubo de vidrio opone resistencia al paso del calor (conducción): R_{TV}
 - El aire circundante opone resistencia al paso del calor (convección en el aire y radiación procedente del tubo caliente, simultáneamente): R_{C+R}
- R_{VC} , R_{TV} y R_{C+R} están en serie
- R_{C+R} es la composición de dos resistencias en paralelo

$$R_T = R_{VC} + R_{TV} + R_{R+C}$$

Estudio bibliográfico de órdenes de magnitud de las resistencias			
R_{VC}	R_{TV}	R_C	R_R
$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$	10^{-1}	10^{-1}

Se pueden considerar despreciables R_{VC} y R_{TV} frente a R_C y R_R , por tanto:

$$R_T = R_{R+C}$$

Como ambas resistencias están en paralelo:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_C} + \frac{1}{R_R}$$

Como los inversos de las resistencias son los coeficientes:

$$U = h_C + h_R$$

Se calcula **U** a partir de los datos experimentales, pero queda una ecuación con dos incógnitas, que se desea determinar. **Es necesario buscar otra ecuación.**

La otra ecuación se busca por modificación del dispositivo experimental:

- Se cubre el tubo de vidrio con una lámina de aluminio.
- La emisividad del aluminio es unas 20 veces menor que la del vidrio, **por lo que puede despreciarse la radiación.**
- Aunque se introduce una resistencia en serie adicional (conducción), también puede considerarse despreciable (si ya lo era la del vidrio, el aluminio es mucho más conductor)

Por tanto, al haber eliminado la radiación, el experimento con lámina de aluminio permite obtener un nuevo valor del coeficiente global que debe coincidir aproximadamente con el individual de convección:

$$U' \approx h_c$$

Conocido el coeficiente individual de convección, el cálculo del coeficiente de radiación es inmediato:

$$h_R = U - U'$$

