

TRABAJO PRÁCTICO N°5

Problema 1: De los resultados experimentales para el coeficiente local de convección h_x para el flujo sobre una placa cuya superficie es extremadamente rugosa se encuentra que cumplen la relación

$$h_x(x) = ax^{-0,1}$$

donde a es un coeficiente [$W/m^{1,9}.K$] y x [m] es la distancia desde donde comienza la placa.

1. Deducir una expresión para la relación entre el coeficiente de convección promedio \bar{h}_x para una placa de longitud x y el coeficiente local de convección h_x .
2. Mostrar en forma cualitativa la variación de \bar{h}_x y h_x como función de x .

Problema 2: Un flujo circular de gas caliente a T_∞ se dirige en sentido normal a una placa circular de radio r_0 y se mantiene a una temperatura uniforme T_s . El flujo de gas sobre la placa tiene simetría axial, lo que ocasiona que el coeficiente de convección local tenga una dependencia radial de la forma $h(r) = a + br^n$, donde a , b , y n son constantes, con $n \neq -2$. Determine el flujo de calor transferido hacia la placa, expresando el resultado en términos de T_∞ , T_s , r_0 , a , b , y n .

Problema 3: Aire a una temperatura de flujo libre $T_\infty = 20^\circ C$ se desplaza en flujo paralelo sobre una placa plana de longitud $L = 5m$ y temperatura $T_s = 90^\circ C$. Debido a obstáculos en el flujo, se intensifica la mezcla al aumentar la distancia x desde el borde inicial, y la variación espacial de las temperaturas medidas en la capa límite está dada por $T(^{\circ}C) = 20 + 70e^{-600xy}$, donde x y y están en metros. Hallar analíticamente la variación del coeficiente local con la posición, $h(x)$, y graficarla. Calcular el coeficiente de convección promedio \bar{h} para la placa.

Problema 4: La especie A se evapora desde una superficie plana en la especie B. Suponga que el perfil de concentración para la especie A en la capa límite de concentración es de la forma $C_A(y) = Dy^2 + Ey + F$, donde D , E , F son constantes en cualquier posición x . Desarrolle una expresión para el coeficiente de masa por convección h_m en términos de estas constantes, la concentración de A en el flujo libre $C_{A,\infty}$ y la difusividad másica D_{AB} . Escriba una expresión para la densidad de flujo molar de transferencia de masa por convección para la especie A (N''_A).

Problema 5: Una de las pocas situaciones en que es posible obtener una solución exacta para las ecuaciones del flujo de calor por convección es en el caso del flujo paralelo. En este caso, el fluido se mueve sólo en una dirección. Consideremos el ejemplo particular de flujo paralelo que se desarrolla entre un par de placas paralelas horizontales que se encuentran separadas por una distancia L , y donde el espacio entre las placas se encuentra lleno de un líquido incompresible. Considerar que la placa superior se mueve respecto de la inferior con una velocidad U . Esta situación se conoce como flujo de Couette, y tiene especial interés para el estudio de los problemas de lubricación.

1. ¿Cuál es la forma apropiada en este caso para la ecuación de continuidad?
2. Partiendo de la ecuación de conservación del momento lineal, determinar la distribución de velocidades entre las placas. Considerar que se conocen la viscosidad y la densidad del fluido.
3. Partiendo de la ecuación de conservación de energía, determinar la distribución de temperaturas entre las placas. El coeficiente de conductividad del fluido es k .
4. Considerar una condición especial donde el fluido es aceite para máquina con $L = 3mm$. La velocidad de movimiento de la placa superior es $U = 10m/s$. la temperatura de la placa inferior $10^\circ C$ y la de la placa superior $30^\circ C$. Calcular el flujo de calor entre las placas y determinar la temperatura máxima en el fluido. Para el aceite de máquina usar las propiedades a $20^\circ C$, $\rho = 888,2kg/m^3$, $k = 0,145W/mK$, $\mu = 0,799Ns/m^2$

Problema 6: Pruebas experimentales sobre una parte del álabe de una turbina indican una densidad de flujo de calor a la hoja de $q'' = 95000 \text{ W/m}^2$. Para mantener una temperatura superficial en estado estacionario de 800°C , se elimina el calor que se transfiere al álabe haciendo circular un fluido refrigerante dentro del mismo.

1. Determine el flujo de calor que llega al álabe si la temperatura se reduce a 700°C al aumentar el flujo de fluido refrigerante.
2. Determine el flujo de calor en la misma posición adimensional para un álabe de turbina similar que tiene una longitud de cuerda $L = 80 \text{ mm}$, cuando el álabe opera en un flujo de aire a $T_\infty = 1150^\circ\text{C}$ y $V = 80 \text{ m/s}$, con $T_s = 800^\circ\text{C}$.

Problema 7: Aire a $206,8 \text{ kPa}$ y una temperatura promedio de $477,6 \text{ K}$ se calienta a medida que fluye a través de un tubo de $25,4 \text{ mm}$ de diámetro interno a una velocidad de $7,62 \text{ m/s}$. El medio de calentamiento es vapor a $488,7 \text{ K}$ condensando en el exterior del tubo. Dado que el coeficiente de transferencia de calor del vapor que se condensa es muy elevado y la resistencia de la pared metálica del tubo es muy pequeña, se puede considerar que la temperatura superficial de la pared metálica en contacto con el aire es $488,7 \text{ K}$. Calcular el coeficiente de transferencia de calor por convección para $L/D > 60$ y también la densidad de flujo de calor q'' .

Problema 8: Aire a 1 atm de presión absoluta se halla entre dos placas verticales de longitud $L = 0,6 \text{ m}$ y cuya separación es $\delta = 30 \text{ mm}$. Las placas tienen $0,4 \text{ m}$ de ancho, y sus temperaturas son $T_1 = 394,3 \text{ K}$ y $T_2 = 366,5 \text{ K}$. Calcular el flujo de transferencia de calor a través del aire entre las placas.

Problema 9: Un metal líquido fluye con un caudal másico de 4 kg/s a través de un tubo que tiene un diámetro interno de $0,05 \text{ m}$. El líquido entra a 500 K y se calienta hasta 505 K en el tubo. La pared del mismo se mantiene a una temperatura de 30 K por sobre la temperatura del fluido, manteniéndose una densidad de flujo constante. Calcular la longitud de tubo requerida. Las propiedades físicas promedio son: $\mu = 7,1 \cdot 10^{-4} \text{ Pa}\cdot\text{s}$, $\rho = 7400 \text{ kg/m}^3$, $c_p = 120 \text{ J/kg}$, $k = 13 \text{ W/mK}$.