

FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JUJUY



FENÓMENOS DE TRANSPORTE

2024

Trabajo Práctico N°7

Flujo de Fluidos-Flujo Turbulento-Flujo Laminar

Grupo: 4

Fecha de presentación: 17/05/2024

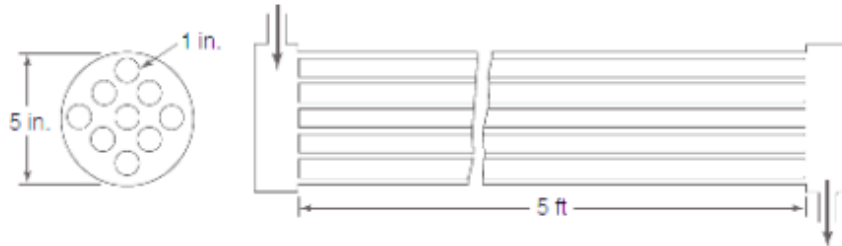
Docentes responsables: Dra. Dolores Jimenez, Ing. Hector Flores

Integrantes:

- **Borneman, Mauricio Javier**
- **Carrera, Federico Nicolas Geronimo**
- **Montoya, Gastón Rodolfo**
- **Romero Passarini, Agustin**
- **Vaquera, Mathias Sebastian**

5. Un intercambiador de calor tiene una sección transversal, que se presenta en la figura, con nueve tubos de 1 in de diámetro exterior dentro de un tubo de 5 in de DI. ¿Cuál será la rapidez de flujo de agua que puede alcanzarse en el lado de la coraza de esta unidad en unidades inglesas, en un intercambiador de 5 ft de longitud para que la caída de presión sea de 3 lbf por in²?

Datos: $\rho = 995.7 \text{ kg/m}^3$ $\mu_{\text{dinamica}} = 1 \text{ cp}$, Rugosidad relativa = $5 \cdot 10^{-5}$



$$\frac{\partial Q}{dt} - \frac{dW_s}{dt} = \iint (e + \frac{P}{\rho}) \rho \cdot (\bar{v} \cdot \bar{n}) dA + \frac{\partial}{\partial t} \iiint e \rho dV + \frac{dW_{\mu}}{dt}$$

Consideraciones:

- No hay intercambio de calor $\frac{\partial Q}{dt} = 0$
- No hay intercambio de trabajo $\frac{dW_s}{dt} = 0$
- No existe acumulacion , Estado Estacionario $\frac{\partial}{\partial t} \iiint e \rho dV = 0$
- No hay variacion de energia interna (T cte y no hay un cambio de fase)
- No hay variacion de energia potencial (misma altura)
- No hay variacion de energia cinetica ($V_1 = V_2$)
- Diámetro de entrada es igual al diámetro de salida

$$0 = P_1 \cdot v_1 \cdot n_1 \cdot \cos 180^\circ \cdot A_1 + P_2 \cdot v_2 \cdot n_2 \cdot \cos 0^\circ \cdot A_2 + 2 \cdot FF \cdot v^2 \cdot \Sigma \frac{L}{D} \cdot Qv \cdot \rho$$

$$0 = - P_1 \cdot Qv_1 + P_2 \cdot Qv_1 + 2ff \cdot v^2 \cdot \frac{L}{D} \cdot Qv \cdot \rho$$

$$0 = Qv \cdot (P_2 - P_1) + 2ff \cdot v^2 \cdot \frac{L}{D} \cdot \rho \cdot V \cdot A$$

$$0 = \left[(P_2 - P_1) + 2ff \cdot v \cdot \frac{L}{D} \cdot \rho \right] \cdot Qv$$

$$0 = (P_2 - P_1) + h_L \cdot \rho$$

- Proponer ff
- calcular la velocidad
- Obtener Re → ir a tabla
- Verificar ff
- Si no concuerda → volver a proponer otro ff

$$T = \text{cte} \text{ y } V = \text{cte} \Rightarrow \Delta e = 0$$

$$\Delta P = 3 \text{ psi} \cdot \left(\frac{\text{lbf}}{\text{in}^2} \right) \Rightarrow \text{Efectos de presión}$$

$$\mu_{\text{dinamica}} = 1 \text{ cp} = 0,001 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 0,001 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{s} \cdot \frac{\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}}{1 \text{ N}} = 0,001 \frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}}{\text{s}^2 \cdot \text{m}^2} = 0,001 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$$

$$A_{Flujo} = \frac{\pi}{4} \cdot (5^2 - 1 \cdot 9) = 4\pi \text{ in}^2$$

$$\text{Per mojado} = (5 + 9)\pi = 14 \text{ in}$$

$$D_{eq} = 4 \cdot \frac{4\pi \text{ in}^2}{14\pi \text{ in}} = 1,142 \text{ in}$$

$$0 = \frac{P2-P1}{\rho} + h_L \Rightarrow \text{Iterar}$$

$$h_L = 2ff \cdot v^2 \cdot \frac{L}{D}$$

$$Re = \frac{v_{PROM} \cdot \rho \cdot D}{\mu}$$

$$0 = 3 \frac{lb_f}{in^2} + 2ffv^2 \rho$$

Tomando un $ff=0,0045$

$$0 = (P2 - P1) + h_L \cdot \rho$$

$$h_L = -\frac{(P2-P1)}{\rho} = \frac{3 \frac{lb_f}{in^2} * \frac{4,4482 N}{1 lb_f} * \frac{\frac{kg \cdot m}{s^2}}{1 N}}{995,7 \frac{kg}{m^3}} = 3,0130 \times 10^{-3} \frac{m^2 \cdot m^2}{s^2 \cdot in^2} * \frac{1550 in^2}{1 m^2} * \frac{1550 in^2}{1 m^2}$$

$$h_L = 7,24 \times 10^3 \frac{in^2}{s^2}$$

$$h_L = 2ff \cdot v^2 \cdot \frac{L}{D}$$

$$v = \sqrt{\frac{h_L}{2ff \cdot \frac{L}{D}}} = \sqrt{\frac{7,24 \times 10^3 \frac{in^2}{s^2}}{2 \cdot 0,0045 \cdot \frac{5 ft}{1,142 in} \cdot \frac{12 in}{1 ft}}} = 123,74 \frac{in}{s}$$

$$Re = \frac{v_{PROM} \cdot \rho \cdot D}{\mu} = \frac{123,74 \frac{in}{s} \cdot 995,7 \frac{kg}{m^3} \cdot 1,142 in}{0,001 \frac{kg}{m \cdot s}} = 1,40 \times 10^8 \frac{in^2}{m^2} * \frac{1 m^2}{1550 in^2} = 9,08 \times 10^4$$

Para utilizar una mejor precisión el resultado del número de Reynolds se pasará el factor de Fanning a factor de Darcy;

$$f_D = 4ff = 4 * 0,0045 = 0,018$$

