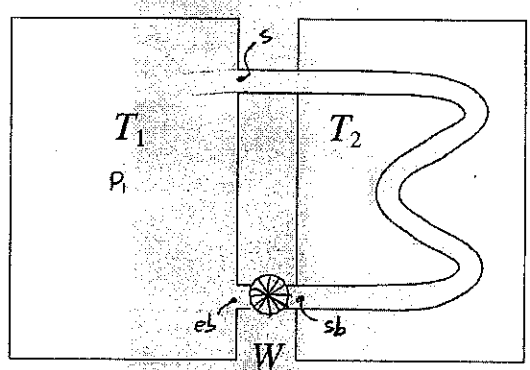
6.10. Consideramos dos depósitos de igual volumen V que contienen agua inicialmente a distintas temperaturas $T_{1i} > T_{2i}$ ($T_{1i} \sim T_{2i} \sim [T_{1i} - T_{2i}]$). Mediante una bomba de potencia W hacemos circular el agua del depósito a alta temperatura (depósito 1 en la figura) a lo largo de un serpentín de diámetro D y longitud L situado en el interior del depósito inicialmente frio (depósito 2 en la figura). De esta manera, calentamos el agua del depósito frio a expensas del enfriamiento del agua del depósito caliente. ~~Admitiendo~~ SUPONIENDO que la pared del conducto se encuentra a T_2 y que el movimiento en el conducto es turbulento sin influencia de la viscosidad en la pérdida de carga, y con $\lambda L/D \sim 1$, se pide describir la evolución temporal de las temperaturas T_1 y T_2. Para ello:

1. Determine en función de W y de los otros datos del problema el gasto que circula por el serpentín ~~admitiendo~~ SUPONIENDO que el movimiento es casi-estacionario.
2. En el mismo supuesto anterior, obtenga la temperatura que existe a la salida del serpentín en función de T_1, T_2 y de los datos del problema. Calcule además EL CALOR TOTAL QUE SE TRANSMITE ~~DEL SERPENTIN~~ A TRAVES DE LAS PAREDES DEL
3. Escriba las ~~ecuaciones con condiciones~~ iniciales que permiten obtener T_1 y T_2. Estime el tiempo de enfriamiento, comprobando que las suposiciones de los apartados anteriores eran acertadas.

OJO.
PARA QUE $T = T_1$ en todo el depósito se ha de verificar que el movimiento es apreciable
$R_e D^3 \sim V$
SIN EMBARGO $\boxed{\frac{d}{dt}\int \rho \frac{v^2}{2} dV = 0}$



NOTA: COMO $U \sim \left(\frac{W}{\rho D^2}\right)$ LA CONDICION PARA DESPRE... ULTIMO TERMINO EN (3) ...
$\frac{U^2}{(T_1-T_2)c} = \left(\frac{W}{\rho D^2}\right)^{2/3} \ldots$
LO NORMAL ES QUE SE CUM...
POR OTRA PARTE, NOTESE ...
(3) SI $\frac{\lambda L}{D} \gg 1 \rightarrow \frac{U \partial T}{\partial s} \ldots$
POR LO QUE LA SOLUCION SE REDUCE A $T = T_{\ldots}$
(O $T = T_2$ EN EL CASO ...

1) $\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial s}\left(\frac{p}{\rho}\right) = -\frac{\lambda}{2}\frac{U^2}{D}$ (1) $\rightarrow$ FUNCIONAMIENTO ESTACIONARIO $\rightarrow$ $\frac{P_1}{\rho} - \frac{P_{sb}}{\rho} = -\frac{\lambda}{2}\frac{U^2 L}{D}$ ($P_s = P_1$)

TRANSITORIO $t_t \sim \frac{D}{L\lambda}\frac{L}{U} \sim \frac{L}{U}$

LA BOMBA (DE TAMAÑO D) TIENE UN TRANSITORIO $t_B \sim D/U$ $\rightarrow$ FUNCIONA SIEMPRE EN ESTACIONARIO (INCLUSO DURANTE EL TRANSITORIO DEL CONDUCTO) $\rightarrow W = G\left(\frac{P_{sb}}{\rho} + \ldots\right.$ COMO $\frac{P_{eb}}{\rho} + \frac{U_e^2}{2} \ldots$

2) $\frac{\partial T}{\partial t} + u\frac{\partial T}{\partial s} = -\frac{\lambda}{2}\frac{U}{D}(T - T_2) + \frac{\lambda}{4}\frac{U^3}{Dc}$ (3) (T_P)

(2) $\boxed{\frac{U^2}{2}\left(\frac{\lambda L}{D} + 1\right) = \frac{W}{G}}$ QUE JUNTO CON $\boxed{G = \rho\frac{\pi D^2}{4}U}$ DETERMI...

$G^3 = \left(1 + \frac{\lambda L}{D}\right)^{-1}\frac{\rho^2\pi^2 D^4 W}{8}$

↳ FUNCIONAMIENTO ESTACIONARIO $\rightarrow$ $\frac{\partial (T - T_2)}{\partial s} = -\frac{\lambda}{2}\frac{1}{D}(T - T_2) + \frac{\lambda}{4}\frac{U^2}{Dc}$, $s = 0$, $T - T_2 = T_1 - T_2$ → PQ BOMBA ES ISENTROPIC... (T_{sb})

AUNQUE TIPICAMENTE EL ULTIMO TERMINO ES DESPRECIABLE, LO PODEMOS RETENER SIN PROBLEMAS PARA DAR $T - T_2 = \left(T_1 - T_2 - \frac{U^2}{2c}\right)\ldots$

$\boxed{T_s - T_2 = \left(T_1 - T_2 - \frac{U^2}{2c}\right)e^{-\frac{\lambda L}{2D}} + \frac{U^2}{2c}}$ $\rightarrow$ (SI $\frac{\lambda L}{D} \gg 1 \rightarrow T_s - T_2 \sim \frac{U^2}{2c} \rightarrow T_s \simeq T_2$)

3) $\rho V c\frac{dT_1}{dt} = G\left(\frac{P_1}{\rho} + cT_s + \frac{U^2}{2}\right) - G\left(\frac{P_1}{\rho} + cT_1\right) = -G\left[c(T_1 - T_s) - \frac{U^2}{2}\right]$

$\rho V c\frac{dT_2}{dt} = Q = G\left[c(T_1 - T_s) - \frac{U^2}{2}\right] + W$ ↳ T_s COMO MUCHO T_2

$t = 0$
$T_1 = T_{1i}$
$T_2 = T_{2i}$

$\boxed{t_e \sim \frac{\rho V c(T_2 - T_1)}{G c (T_2 - T_1)} \simeq \frac{V}{D^2 L}\frac{L}{U}}$

↳ SI LO INTRODUCIMOS EN (1) Y (3) SE VE QUE LA EVOLUCIÓN DEL CONDUCTO ES CASI ESTACIONARIO

POR CIERTO, CUANTO ...

SUMANDO:
$\rho V c\frac{d(T_1 + T_2)}{dt} = W$ $\rightarrow$ EN EL SISTEMA COMPLETO LA ENERGIA AUMENTA DEBIDO AL TRABAJO DE LA BOMBA, QUE EVENTUALMENTE SE DISIPA EN CALOR.

$\boxed{T_1 + T_2 = \frac{W}{\rho V c}t + T_{1i} + T_{2i}}$

$\Delta(T_1 + T_2) \sim \frac{W t_e}{\rho V c} \simeq \frac{U^2}{c}$ $\rightarrow$ TIPICAMENTE DESPRECIABLE

CALCULO DE Q
1ª FORMA: POR INTEGRACION
$Q = \ell_P \int_0^L q_s\, ds = \pi D \frac{\lambda}{8}\rho U \ldots$
$= \pi\frac{D\lambda}{8}\rho U\int_0^L\left[c(T_1 - T_2) - \frac{U^2}{2}\right]e^{-\frac{\lambda s}{2D}} + U^2) \ldots$
$= \frac{\pi D^2}{4}\frac{\lambda L}{D}\rho U\frac{U^2}{2} + \rho U\frac{\pi D^2}{4}\left[(c(T_1 \ldots\right.$
$= G\frac{\lambda L}{D}\frac{U^2}{2} + Gc(T_1 - T_s) = G[\ldots$
2ª FORMA: POR BALANCE INTEGRAL ...
$Q = G\left[\left(cT_1 + \frac{P_{sb}}{\rho} + \frac{U^2}{2}\right) - (cT_s \ldots\right.$