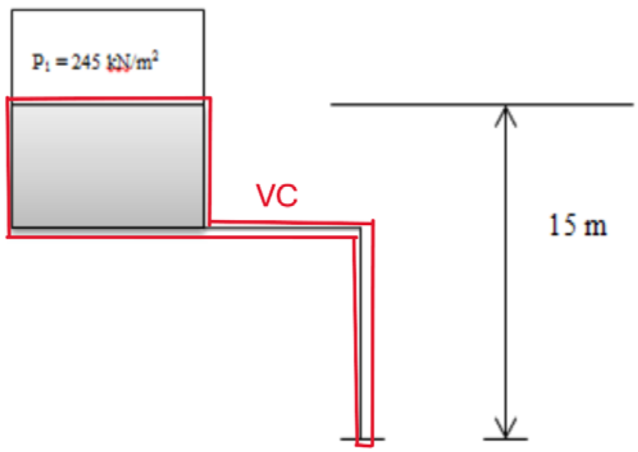
Un aceite fluye desde un tanque cilíndrico vertical a través de una conducción cilíndrica de acero comercial 0.0525 m de diámetro interno, con un caudal de 12 m3/h. Se desea calcular la presión en un punto de la conducción alejado 60 m del tanque y situado 15 m por debajo del nivel del líquido en el mismo, si la presión absoluta en el tanque a nivel del aceite es de 245 kN/m2 y en la conducción hay intercalados 4 codos de 90° convencional, 2 tes (flujo transversal recto), 3 válvulas de compuerta convencional abierta, y una válvula de retención convencional abierto.
Densidad del aceite 850 kg/m3, viscosidad del aceite 0.01 kg/m.s



$\phi_{int} := 0.0525\text{m}$ $\quad A_{int} := \dfrac{\pi\cdot\phi_{int}^2}{4} = 2.165\times10^{-3}\,\text{m}^2$ $\quad P_{atm} := 1\text{atm}$

$Qv := 12\dfrac{\text{m}^3}{\text{hr}}$ $\quad dist := 60\text{m}$ $\quad h := 15\text{m}$

$P1_{abs} := 245\text{kPa} = 2.45\times10^5\,\text{Pa}$ $\quad \rho_{ac} := 850\cdot\dfrac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ $\quad \mu := 0.01\cdot\dfrac{\text{kg}}{\text{m}\cdot\text{s}}$

Longitud equivalente de artefactos : $Codo_{90conv} := 30$

$T_{FTR} := 20$

$valvconv_{abierta} := 13$

$valvreten_{abierta} := 135$

CONSIDERACIONES :

$\dfrac{d}{dt}Q = 0$ $\quad \dfrac{d}{dt}Ws = 0$

EE sin acumulacion, $\dfrac{d}{dt}\int(\rho\cdot e)\,dV = 0$

$e_i := 0$ al ser T cte

$Qv_1 = Qv_2$ $\quad A_1 > A_2$ $\quad v_1 < v_2$ $\quad ec_1 := 0$

$ep_2 := 0$

tomando de tabla tuberia de acero nuevo $\quad \varepsilon_{ac} := 0.000045\text{m} = 4.5\times10^{-5}\,\text{m}$

DESARROLLO :

$Qv = v\cdot A_{int}$

$v_2 := \dfrac{Qv}{A_{int}} = 1.54\dfrac{\text{m}}{\text{s}}$

$ep_1 := h \cdot g = 147.1 \dfrac{m^2}{s^2}$

$P_1 := P1_{abs} - P_{atm} = 1.437 \times 10^5 \, Pa$

Balance de energia :

$$\frac{d}{dt}Q - \frac{d}{dt}Ws = \int \left(e + \frac{P}{\rho}\right)\rho\left(\vec{v}\cdot\vec{n}\right) dA + \frac{d}{dt}\int (\rho \cdot e)\, dV + \frac{d}{dt}W\mu$$

$$0 = \int \left(e + \frac{P}{\rho}\right)\rho\left(\vec{v}\cdot\vec{n}\right) dA + \frac{d}{dt}W\mu$$

$$0 = \left(ep_1 + \frac{P_1}{\rho}\right)\rho \cdot \left|\vec{v_1}\right| \cdot \left|\vec{n_1}\right| \cdot \cos(180) \cdot A_1 + \left(ec_2 + \frac{P_2}{\rho}\right)\rho \cdot \left|\vec{v_2}\right| \cdot \left|\vec{n_2}\right| \cdot \cos(0) \cdot A_2 + \frac{d}{dt}W\mu$$

Termino dWµ / dt :

$$W\mu = 2 \cdot ff \cdot v_m^2 \cdot \left[\sum_1 \left(\frac{L_i}{\phi_i} \cdot Qv \cdot \rho\right)\right] \qquad v_m := v_2$$

_Determinacion de RE y ff :

$RE := \dfrac{\rho_{ac} \cdot v_m \cdot \phi_{int}}{\mu} = 6.871 \times 10^3$ $\quad RE > 4000$ es regimen turbulento $\quad \alpha := 1$

$\dfrac{\phi_{int}}{\varepsilon_{ac}} = 1.167 \times 10^3$ se toma a partir de tabla el valor de friccion de fanning en funcion de RE y ϕ/ε $\quad ff := 0.0085$

_Calculo de longitudes equivalentes :

$$\sum_i \frac{L_i}{D_i} = \frac{dist}{\phi_{int}} + accesorios = long_{equiv}$$

$$long_{equiv} := \frac{dist}{\phi_{int}} + 4Codo_{90conv} + 2T_{FTR} + 3valvconv_{abierta} + valvreten_{abierta} = 1.477 \times 10^3$$

$$W\mu := 2 \cdot ff \cdot v_m^2 \cdot long_{equiv} \cdot Qv \cdot \rho_{ac} = 168.665 \, W$$

Balance de emergia :

$$0 = \left(ep_1 + \frac{P_1}{\rho}\right)\rho \cdot \left|\vec{v_1}\right| \cdot \left|\vec{n_1}\right| \cdot \cos(180) \cdot A_1 + \left(ec_2 + \frac{P_2}{\rho}\right)\rho \cdot \left|\vec{v_2}\right| \cdot \left|\vec{n_2}\right| \cdot \cos(0) \cdot A_2 + \frac{d}{dt}W\mu$$

$$0 = -\left(ep_1 + \frac{P_1}{\rho_{ac}}\right)\rho_{ac} \cdot Qv + \left(ec_2 + \frac{P_2}{\rho_{ac}}\right)\rho_{ac} \cdot Qv + W\mu \qquad ec_2 := \frac{v_2^2}{2 \cdot \alpha} = 1.186 \frac{m^2}{s^2}$$

$$P_2 := \left[\frac{\left[\left(ep_1 + \frac{P_1}{\rho_{ac}}\right)\rho_{ac} \cdot Qv - W\mu\right]}{\left(\rho_{ac} \cdot Qv\right)} - ec_2\right] \cdot \rho_{ac} = 2.171 \times 10^5 \, Pa$$

siendo P2 la presion manometrica dentro de la tuberia