

Problema 4.2. del 30.07.03

Devi dimensionare una valvola per le seguenti condizioni:

fluido: benzina (*gasoline*)

densità $\rho_f = 730 \text{ kg/m}^3$

portata nominale: $\dot{V} = 1170 \text{ l min}^{-1}$

diametro nominale della linea: DN = 65 mm

pressione assoluta a monte della valvola: $P_1 = 1520 \text{ torr}$

pressione assoluta a valle della valvola: $P_2 = 1.45 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

tensione di vapore $P_v = 10 \text{ torr}$

coefficiente del rapporto della pressione critica per i liquidi: $F_F = 0.956$

1. Calcola il **coefficiente di efflusso** C_v della valvola.

In questa sede é proposta una **valvola a farfalla** della JUCKER INDUSTRIA tipo 6D.110-JMB con la seguente tabella dei C_v :

Valve Size DN, mm	C_v gpm psi ^{-1/2}							
	Angle, °							
	20°	30	40	50	60	70	80	90°
50	3	9	21	38.5	65	93	105	110
65	6.3	17	40	73	124	178	201	210
80	10	26	63	115	195	280	316	330

- Scegliere la valvola con il DN più opportuno.
- Dai dati in tabella, calcola i valori del coeff. di efflusso relativo ϕ corrispondenti agli angoli di apertura θ
- Che tipo di **caratteristica intrinseca** ha la valvola in analisi?
- Suggerisci quale potrebbe essere la *rangeability* per la valvola scelta.
- Effettuare la **verifica di cavitazione** della valvola secondo la normativa IEC

Si vogliono prendere in considerazione varie condizioni di lavoro per la benzina, a diverse temperature e quindi a diverse tensioni di vapore P_v , come riportato in tabella:

$$T_v := \begin{pmatrix} 19.2 + 273.15 \\ 31.5 + 273.15 \\ 45.1 + 273.15 \\ 53.8 + 273.15 \\ 65.7 + 273.15 \\ 83.6 + 273.15 \\ 104 + 273.15 \\ 125.6 + 273.15 \end{pmatrix} \cdot \text{K} \qquad P_v := \begin{pmatrix} 10 \\ 20 \\ 40 \\ 60 \\ 100 \\ 200 \\ 400 \\ 760 \end{pmatrix} \text{ torr}$$

7. Valutare la temperatura massima a cui la valvola subisce l'eventuale passaggio dal flusso normale al flusso semicritico: $(P_1 - P_2) > \Delta P_c$.

Si vuole prendere in considerazione l'uso della stessa valvola per acqua:

8. Come cambia il C_v ? La valvola selezionata al punto 2 va ancora bene? Perché?

Introduction

The pink painted variables are DATA

The blu painted text is COMMENT

PROBLEM DATA

$$\rho_w := 1000 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \quad \text{WATER density}$$

$$\text{fluid: gasoline} \quad \rho_f := 730 \cdot (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$$

$$P_{v_f} := 10 \cdot \text{torr} \quad P_{v_f} = 0.193 \text{ psi}$$

$$G_f := \frac{\rho_f}{\rho_w} \quad G_f = 0.73 \quad \text{specific density}$$

$$P_1 := 1520 \cdot \text{torr} \quad \text{upstream absolute pressure} \quad P_1 = 29.392 \text{ psi}$$

$$P_2 := 1.45 \cdot 10^5 \cdot \text{Pa} \quad \text{downstream pressure} \quad P_2 = 21.03 \text{ psi}$$

$$\Delta P := P_1 - P_2 \quad \Delta P = 8.361 \text{ psi}$$

$$V_{\text{punto}} := 1170 \frac{\text{L}}{\text{min}} \quad V_{\text{punto}} = 309.081 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \quad \text{volume flow rate}$$

OTHER DATA

$$F_F := 0.956 \quad F_L := 0.68 \quad \text{dalla norma "ISA 75.01 - Annex D"} \\ \text{--> Butterfly Valve - 60 degree aligned}$$

$$K_C := 0.7 F_L^2 \quad K_C = 0.324 \quad \text{vedi Magnani pag. 26}$$

1. - 2. DESIGN CALCULATIONS

$$C_v := \frac{V_{\text{punto}}}{\sqrt{\frac{P_1 - P_2}{G_f}}} \quad C_v = 91.326 \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad \text{Valve Flow Coefficient}$$

Essendo una VALV. ROTATIVA, decidiamo di scegliere $\phi_{0.7}$ in corrispondenza dell'angolo di apertura di 70° .

Quindi:

Per valvola con DN = 50

$$C_{v_star} := 93 \cdot (\text{gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5})$$

risulta: $C_v^* = \phi(0.7)C_{vn}$ di poco maggiore del C_v , dunque si sceglie questo diametro.

Per valvola con DN = 65

$$C_{v_star} := 178 \cdot (\text{gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5})$$

risulta: $C_v^* = \phi(0.7)C_{vn} \gg C_v$, tale scelta non é consigliabile

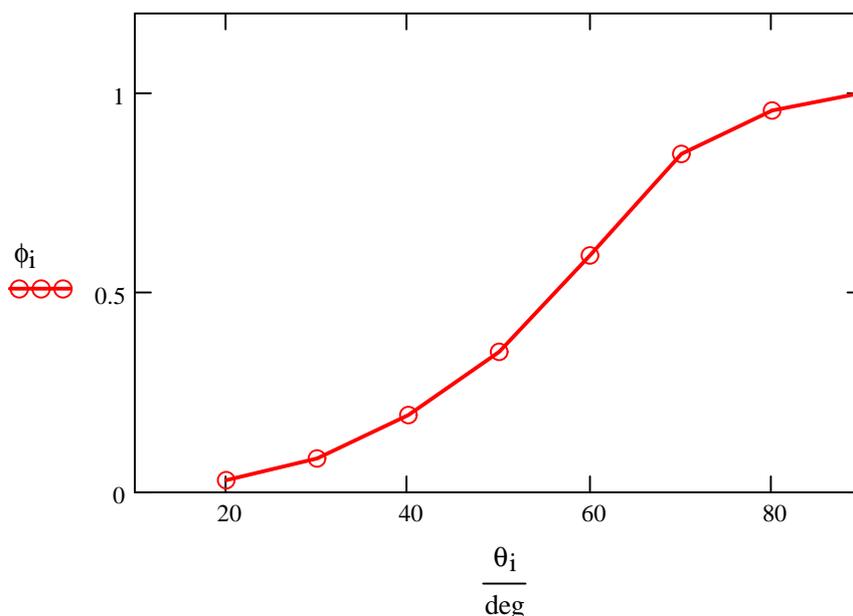
3. - 4. Caratteristica intrinseca

$$C_v := \begin{pmatrix} 3 \\ 9 \\ 21 \\ 38.5 \\ 65 \\ 93 \\ 105 \\ 110 \end{pmatrix} \cdot \text{gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad \theta := \begin{pmatrix} 20 \\ 30 \\ 40 \\ 50 \\ 60 \\ 70 \\ 80 \\ 90 \end{pmatrix} \cdot \text{deg}$$

$$C_{vn} := 110 \cdot (\text{gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5})$$

$$\phi := \frac{C_v}{C_{vn}}$$

i := 0..7



La Caratteristica risulta **quadratica** nella prima tratta, **a chiusura rapida** nella tratta finale

5. Valutazione della rangeability

Dalla scelta della valvola da tabella:

Per un'apertura di 20° risulta:

$$C_{vMin} := 3 \cdot (\text{gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5})$$

Dunque risulta:

$$r := \frac{C_{vn}}{C_{vMin}} \quad r = 36.667$$

6. CHECK FOR NO CAVITATION (IEC norm) $\rightarrow (\Delta P - \Delta P_{\max}) < 0$

$$\Delta P_{\max} := F_L^2 (P_1 - F_F \cdot P_{v_f}) \quad \Delta P_{\max} = 13.505 \text{ psi}$$

$$\Delta P - \Delta P_{\max} = -5.144 \text{ psi} \quad \text{NB: non c'è CAVITAZIONE}$$

7. Valutazione della temperatura massima a cui la valvola può operare in condizioni di flusso normale

$$T_v := \begin{pmatrix} 19.2 + 273.15 \\ 31.5 + 273.15 \\ 45.1 + 273.15 \\ 53.8 + 273.15 \\ 65.7 + 273.15 \\ 83.6 + 273.15 \\ 104 + 273.15 \\ 125.6 + 273.15 \end{pmatrix} \text{ K}$$

$$P_v := \begin{pmatrix} 10 \\ 20 \\ 40 \\ 60 \\ 100 \\ 200 \\ 400 \\ 760 \end{pmatrix} \text{ torr}$$

Dati di tensione di vapore per *gasoline*

$$\Delta P_c := K_c (P_1 - P_v)$$

$$\Delta P_c = \begin{pmatrix} 9.451 \\ 9.388 \\ 9.263 \\ 9.138 \\ 8.888 \\ 8.262 \\ 7.01 \\ 4.757 \end{pmatrix} \text{ psi}$$

Condizione di flusso normale: $\Delta P - \Delta P_c < 0$

$$\Delta P - \Delta P_c = \begin{pmatrix} -1.09 \\ -1.027 \\ -0.902 \\ -0.777 \\ -0.526 \\ 0.1 \\ 1.351 \\ 3.605 \end{pmatrix} \text{ psi}$$

Quindi per temperature della benzina maggiori di 65.7°C la valvola passa ad una condizione di flusso semi-critico

8. DIMENSIONAMENTO PER ACQUA

$$G_f := 1$$

$$C_v := \frac{V_{\text{punto}}}{\sqrt{\frac{P_1 - P_2}{G_f}}} \quad C_v = 106.889 \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

in corrispondenza dell'angolo di apertura di 70° , risulta:

Per valvola con DN = 50

$$C_{v_star} := 93 \cdot (\text{gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5})$$

risulta: $C_v^* = \phi(0.7)C_{vn} < C_v$, dunque tale scelta non è più consigliabile.

Per valvola con DN = 65

$$C_{v_star} := 178 \cdot (\text{gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5})$$

risulta: $C_v^* = \phi(0.7)C_{vn} > C_v$, si sceglie questo diametro.