

Problema 4.2. del 4.07.03

Devi dimensionare una valvola per le seguenti condizioni:

fluido: acqua

portata nominale: $\dot{V} = 30 \text{ l s}^{-1}$

diametro nominale della linea: DN = 80 mm

pressione assoluta a monte della valvola: $P_1 = 2.4 \text{ atm}$

pressione assoluta a valle della valvola: $P_2 = 1.9 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

tensione di vapore $P_v = 3.7 \text{ psia}$

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.
- Che tipo di caratteristica intrinseca ha la valvola in analisi?
- Questa caratteristica presenta qualche differenza rispetto a quella classica della valvola a globo?
- Suggerisci quale potrebbe essere la *rangeability* per la valvola scelta.
- Calcolare i punti salienti della caratteristica di efflusso e stabilire se la valvola opera in regime di flusso normale.

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

°F	psia
40	0.12
50	0.18
100	0.95
150	3.7
175	6.7
190	9.3
200	11.5

- Valutare la temperatura massima a cui la valvola subisce l'eventuale passaggio dal flusso normale al flusso semicritico: $(P_1 - P_2) > \Delta P_c$.
- Disegnare uno **schema di funzionamento** della valvola a farfalla, con indicazione delle sue **giunzioni** con le tubazioni.

Introduction

The pink painted variables are DATA

The blu painted text is COMMENT

PROBLEM DATA

fluid: WATER

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

$$G_f := 1 \quad \text{specific density}$$

$$P_1 := 2.4 \cdot \text{atm} \quad \text{upstream absolute pressure} \quad P_1 = 35.27 \text{ psi}$$

$$P_2 := 1.9 \cdot 10^5 \cdot \text{Pa} \quad \text{downstream pressure} \quad P_2 = 27.557 \text{ psi}$$

$$\Delta P := P_1 - P_2 \quad \Delta P = 7.713 \text{ psi}$$

$$P_{V_H2O} := 3.7 \text{ psi}$$

$$V_{\text{punto}} := 30 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1} \quad V_{\text{punto}} = 475.51 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \quad \text{volume flow rate}$$

$$F_F := 0.956$$

OTHER DATA

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

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

1. - 2. DESIGN CALCULATIONS

$$C_v := \frac{V_{\text{punto}}}{\sqrt{\frac{P_1 - P_2}{G_f}}} \quad C_v = 171.216 \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad \text{Valve Flow Coefficient}$$

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

Quindi:

Per valvola con DN = 80

$$C_{v_star} := 280 \cdot (\text{gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5})$$

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

Per valvola con DN = 65

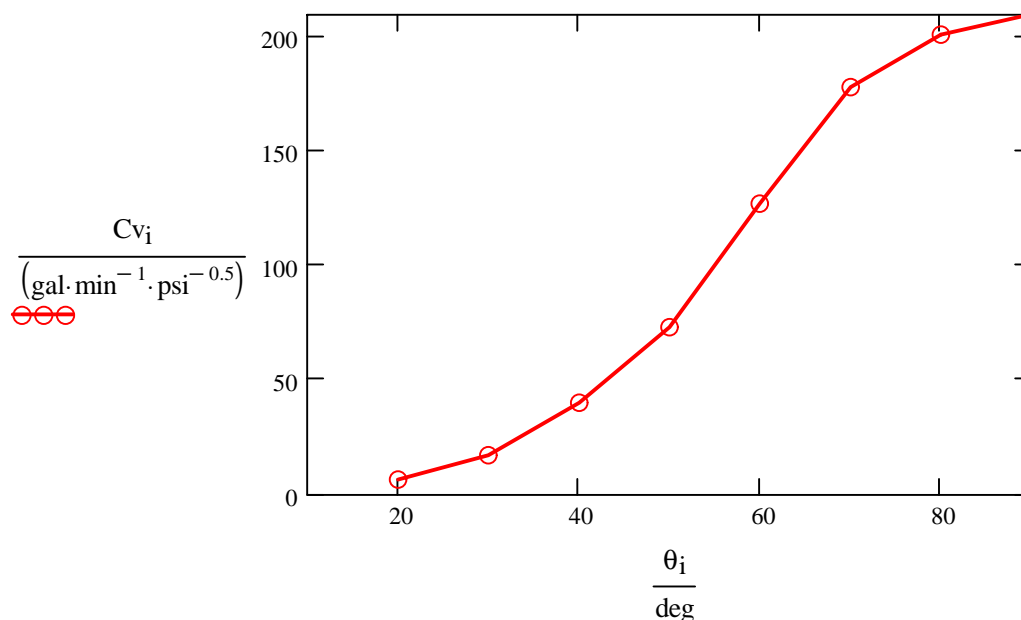
$$C_{v_star} := 178 \cdot (\text{gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5})$$

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

3-4. Caratteristica intrinseca

$$C_v := \begin{pmatrix} 6.3 \\ 17 \\ 40 \\ 73 \\ 127 \\ 178 \\ 201 \\ 210 \end{pmatrix} \text{gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad \theta := \begin{pmatrix} 20 \\ 30 \\ 40 \\ 50 \\ 60 \\ 70 \\ 80 \\ 90 \end{pmatrix} \text{deg}$$

$$i := 0..7$$



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

5. Valutazione della rangeability

Dalla scelta della valvola da tabella: $C_{vN} := 210 \cdot (\text{gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5})$

Per un'apertura di 20° risulta: $C_{vMin} := 6.3 \cdot (\text{gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5})$

Dunque risulta: $r := \frac{C_{vN}}{C_{vMin}} \quad r = 33.333$

6. Caratteristica di efflusso

Per valutare la **caratteristica di efflusso** si determinano, con rif. a C_{vn} , le seguenti grandezze:

$$\Delta P_c := K_c(P_1 - P_{v_H2O}) \quad \Rightarrow \quad \sqrt{\Delta P_c} = 3.197\sqrt{\text{psi}}$$

$$V_{\text{punto}_c} := C_{vn} \sqrt{\frac{\Delta P_c}{G_f}} \quad V_{\text{punto}_c} = 671.3 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

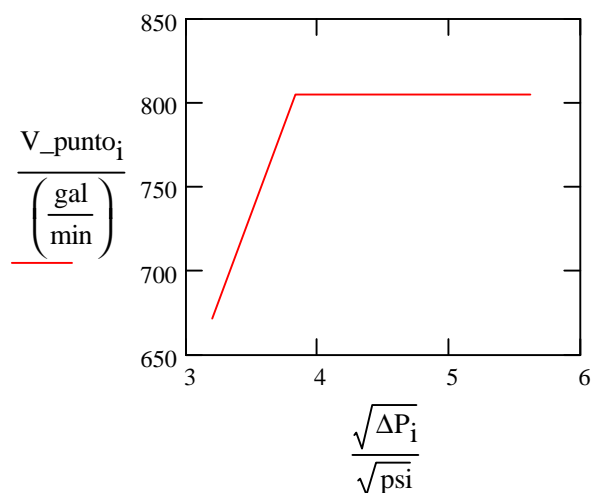
$$\Delta P_{\text{max}} := F_L^2(P_1 - F_F \cdot P_{v_H2O}) \quad \Rightarrow \quad \sqrt{\Delta P_{\text{max}}} = 3.831\sqrt{\text{psi}}$$

$$V_{\text{punto}_{\text{max}}} := C_{vn} \sqrt{\frac{\Delta P_{\text{max}}}{G_f}} \quad V_{\text{punto}_{\text{max}}} = 804.423 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

$$\Delta P_f := P_1 - P_{v_H2O} \quad \Rightarrow \quad \sqrt{\Delta P_f} = 5.619\sqrt{\text{psi}}$$

Scrivendo i vettori dei punti salienti della caratteristica di efflusso, possiamo rappresentare gli asintoti della funzione.

$$V_{\text{punto}_i} := \begin{pmatrix} V_{\text{punto}_c} \\ V_{\text{punto}_{\text{max}}} \\ V_{\text{punto}_{\text{max}}} \end{pmatrix} \quad \Delta P_i := \begin{pmatrix} \Delta P_c \\ \Delta P_{\text{max}} \\ \Delta P_f \end{pmatrix}$$



6BIS. Condizioni di flusso normale

$$\rightarrow (\Delta P - \Delta P_c) < 0$$

$$\Delta P - \Delta P_c = -2.506 \text{ psi}$$

NB: non c'è CAVITAZIONE

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

$$P_v := \begin{pmatrix} .12 \\ .18 \\ .95 \\ 3.7 \\ 6.7 \\ 9.3 \\ 11.5 \end{pmatrix} \text{ psi}$$

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

$$\Delta P_c = \begin{pmatrix} 11.377 \\ 11.358 \\ 11.109 \\ 10.219 \\ 9.248 \\ 8.406 \\ 7.694 \end{pmatrix} \text{ psi}$$

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

$$\Delta P - \Delta P_c = \begin{pmatrix} -3.664 \\ -3.645 \\ -3.396 \\ -2.506 \\ -1.535 \\ -0.693 \\ 0.019 \end{pmatrix} \text{ psi}$$

Quindi per temperature dell'acqua
maggiori di 190°F
la valvola passa ad una condizione di
flusso semi-critico