

4.2. Problema

Ti viene dato l'incarico di affrontare il problema di verifica di una valvola per acqua, a globo a doppia sede, già disponibile e montata in un circuito, che funziona nelle seguenti condizioni:

diametro nominale della linea: $DN = 4''$

$C_{vn} = 29 \text{ gpm psi}^{-0.5}$

pressione a monte della valvola: $P_0 = 3.992 \text{ atm}$

pressione a valle della valvola: $P_1 = 1.294 \text{ atm}$

a. Effettuare la verifica della valvola in questione.

Sapendo inoltre che: tensione di vapore: $P_v = 3.7 \text{ psi}$
coefficiente del rapporto della pressione critica per i liquidi: $F_F = 0.956$

b. determinare se la valvola dà luogo a cavitazione secondo la normativa IEC.

Sulla stessa linea, a valle della prima valvola, deve essere posizionata una seconda valvola a globo, a flusso avviato ed a singola sede, con valori di C_{vn} in funzione del DN mostrati in tabella.

Valve size	C_{Vn} Equal percentage	C_{Vn} Quadratic (parabolica)
2''	52	54
3''	115	120
4''	185	191

c. Assegnata la rangeability $r = 20$, dimensionare la seconda valvola per una pressione a valle pari a $P_2 = 0.99 \text{ atm}$.

d. Fornire la definizione della caratteristica intrinseca.

e. Per il caso della valvola con caratteristica parabolica tracciare il diagramma della caratteristica intrinseca.

f. Spiegare sinteticamente cosa é, e per quali condizioni é definita, la caratteristica di efflusso.

g. Determinare i punti salienti della caratteristica di efflusso per la seconda valvola.

PROBLEM DATA

fluid: WATER

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

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

$$P_0 := 3.992 \cdot \text{atm} \quad \text{upstream absolute pressure} \quad P_0 = 58.666 \text{ psi}$$

$$P_1 := 1.294 \cdot \text{atm} \quad \text{downstream pressure} \quad P_1 = 19.017 \text{ psi}$$

$$P_2 := 0.99 \cdot \text{atm}$$

$$\Delta P_n := P_0 - P_1 \quad \Delta P_n = 39.65 \text{ psi}$$

$$P_v := 3.7 \cdot \text{psi} \quad P_v = 2.551 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$C_{vn} := 29 \cdot \text{gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

$$r := 20$$

$$F_F := 0.956 \quad F_L := 0.9 \quad \text{- Single Port Globe Valve - Annex D - Isa Norm.}$$

VERIFICA

$$V_{\text{punto}_n} := C_{vn} \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_n}{G_f}} \quad V_{\text{punto}_n} = 182.607 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \quad \text{volume flow rate}$$

$$V_{\text{punto}_n} \cdot \rho = 11.521 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad \text{mass flow rate}$$

CHECK FOR NO CAVITATION $\rightarrow (\Delta P_n - \Delta P_{\max}) < 0$

$$\Delta P_{\max} := F_L^2 (P_0 - F_F \cdot P_v) \quad \Delta P_{\max} = 44.655 \text{ psi}$$

$$\Delta P_n - \Delta P_{\max} = -5.005 \text{ psi}$$

DESIGN CALCULATIONS

$$C_v := \frac{V_{\text{punto}_n}}{\sqrt{\frac{P_1 - P_2}{G_f}}} \quad C_v = 86.394 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad \text{Valve Flow Coefficient}$$

DIMENSIONAMENTO DELLA SECONDA VALVOLA

$$C_v = 86.394 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

VALVOLA CON CARATTERISTICA EQUIPERCENTUALE $\phi_h := r^{h-1}$

$$\phi_{0.7} := r^{0.7-1} \quad \phi_{0.7} = 0.407$$

Per D valvola = 3"

$$C_{vn} := 115 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad C_{vn} \cdot \phi_{0.7} = 46.815 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

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

Per D valvola = 4"

$$C_{vn} := 185 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad C_{vn} \cdot \phi_{0.7} = 75.312 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

risulta: $C_v^* = \phi(0.7)C_{vn} > C_v$, dunque neanche questa scelta é consigliabile.

VALVOLA CON CARATTERISTICA PARABOLICA $\phi_h := h^2 + \frac{(1-h^2)}{r}$

$$\phi_{0.7} := 0.7^2 + \frac{(1-0.7^2)}{r}$$

Per D valvola = 3"

$$C_{vn} := 120 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad C_{vn} \cdot \phi_{0.7} = 61.86 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

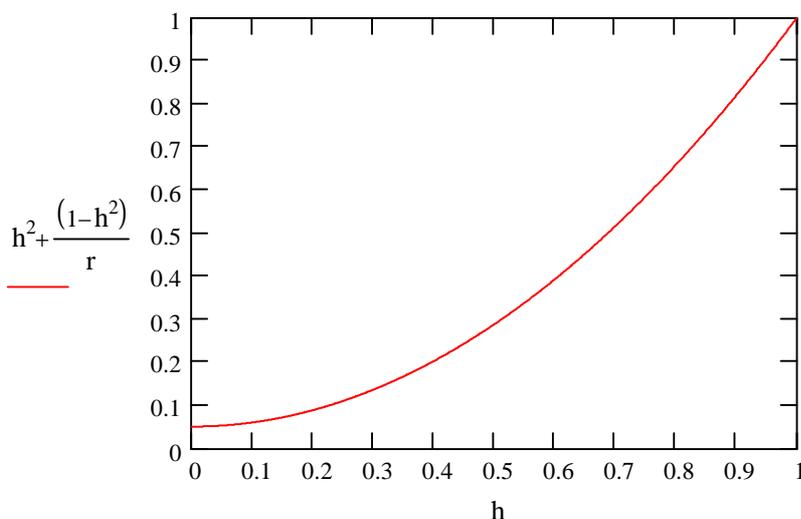
risulta: $C_v^* = \phi(0.7)C_{vn} < C_v$, tale scelta non é consigliabile

$$\phi_{0.7} = 0.515$$

Per D valvola = 4"

$$C_{vn} := 191 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad C_{vn} \cdot \phi_{0.7} = 98.46 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

risulta: $C_v^* = \phi(0.7)C_{vn} > C_v$, **dunque si sceglie una valvola con caratteristica parabolica e diametro nominale di 4"**.

CARATTERISTICA DI INTRINSECA VALVOLA CON CARATTERISTICA PARABOLICA

CARATTERISTICA DI EFFLUSSO

CONDIZIONI DI PROVA PER LA RAPPRESENTAZIONE DELLA CURVA

- flusso turbolento;
- il fluido che attraversa la valvola é newtoniano;
- $P_1 =$ costante, $P_2 =$ decrescente;
- $h =$ costante

PUNTI SALIENTI DELLA CAR. DI EFFLUSSO

VALVOLA CON CARATTERISTICA PARABOLICA

A partire dai valori caratteristici della valvola, forniti dal costruttore, di seguito riportati: [- Single Port Globe Valve - Annex D - Isa Norm.](#)

$$C_{vn} = 191 \frac{\text{gal}}{\text{min} \cdot \text{psi}^{0.5}} \quad F_L := 0.9 \quad F_F := 0.956 \quad K_c := 0.8 F_L^2 \quad K_c = 0.648$$

Per valutare i punti salienti della **caratteristica di efflusso** per $h = 1$ si determinano le seguenti grandezze:

$$\Delta P_c := K_c (P_1 - P_v) \quad V_{\text{punto}_c} := C_{vn} \sqrt{\frac{\Delta P_c}{G_f}} \quad V_{\text{punto}_c} = 601.73 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

$$\sqrt{\Delta P_c} = 3.15 \sqrt{\text{psi}}$$

$$\Delta P_{\text{max}} := F_L^2 (P_1 - F_F \cdot P_v) \quad V_{\text{punto}_{\text{max}}} := C_{vn} \sqrt{\frac{\Delta P_{\text{max}}}{G_f}} \quad V_{\text{punto}_{\text{max}}} = 676.32 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

$$\sqrt{\Delta P_{\text{max}}} = 3.541 \sqrt{\text{psi}}$$

$$\Delta P_f := P_1 - P_v \quad \sqrt{\Delta P_f} = 3.914 \sqrt{\text{psi}}$$

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

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

