

## 4.2. Problema del 27.09.02

Ti viene dato l'incarico di affrontare il problema di verifica di una valvola a globo per acqua De Zurik SD1000 (a globo, a flusso avviato ed a singola sede), già disponibile e montata in un circuito, che funziona nelle seguenti condizioni:

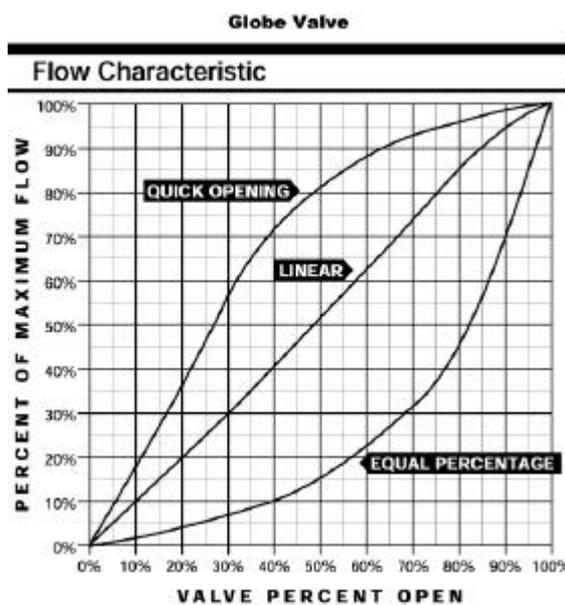
diametro nominale della linea:  $DN = 1.5''$   $C_{vn} = 29 \text{ gpm psi}^{-0.5}$   
 pressione a monte della valvola:  $P_1 = 1.992 \text{ atm}$  pressione a valle della valvola:  $P_2 = 0.905 \text{ atm}$

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 in questione opera in regime di cavitazione e valutare la temperatura alla quale la valvola passa a tale regime.

In realtà la valvola di cui sopra è disponibile con 3 diverse caratteristiche intrinseche, con lo stesso  $C_{vn}$  (v. tabella):



Valve size	$C_{vn}$ Quick Opening	$C_{vn}$ Linear	$C_{vn}$ Equal percentage
1.5''	29	29	29

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

c. Determinare il coefficiente di efflusso  $C_v$  per le tre diverse caratteristiche intrinseche per un valore di  $h$  pari a 0.7, utilizzando le caratteristiche riportate in grafico.

Nel circuito in cui è montata la valvola viene aggiunta una utenza a valle della valvola stessa. La perdita di carico totale sul circuito pertanto diviene  $\Delta P_0 = \Delta P_n + \Delta P_u = (P_1 - P_2) + (P_2 - P_3)$ . Con riferimento a ciò:

d. fornisci la definizione di caratteristica installata.

Senza far ricorso al tracciamento di tutta la caratteristica installata, é richiesto che tu calcoli la portata  $\dot{V}_i$  che transiterebbe nella valvola con la solamente caratteristica equipercentuale nelle seguenti condizioni

e.  $h = 0.6$ , salto di pressione sull'utenza:  $P_2 - P_3 = 0.9 \text{ atm}$

f.  $h = 0.6$ , salto di pressione sull'utenza:  $P_2 - P_3 = 0.45 \text{ atm}$

g.  $h = 0.6$ , salto di pressione (in Pascal) sull'utenza:  $P_2 - P_3 = 2 \cdot 10^{10} (\dot{V}_i)^2 \text{ Pa}$

**PROBLEM DATA**

fluid: WATER

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

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

$$P_1 := 1.992 \cdot \text{atm} \quad \text{upstream absolute pressure} \quad \rightarrow \quad P_1 = 29.274 \text{ psi}$$

$$P_2 := 0.905 \cdot \text{atm} \quad \text{downstream pressure} \quad \rightarrow \quad P_2 = 13.3 \text{ psi}$$

$$\Delta P_n := P_1 - P_2 \quad \Delta P_n = 15.974 \text{ psi}$$

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

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

**OTHER DATA**

$$F_L := 0.9 \quad \text{from "ISA 75.01 norm - Annex D" - Single Port Globe Valve}$$

$$F_F := 0.956$$

$$K_c := 0.8 F_L^2 \quad K_c = 0.648$$

**a. VERIFICA DELLA VALVOLA**

$$V_{\text{punto}_n} := C_{vn} \cdot \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{G_f}}$$

$$V_{\text{punto}_n} = 115.908 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \quad \text{volume flow rate}$$

$$m_{\text{punto}} := V_{\text{punto}_n} \cdot \rho$$

$$m_{\text{punto}} = 7.313 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad \text{mass flow rate}$$

**b. CHECK FOR NO CAVITATION**  $\rightarrow (\Delta P_n - \Delta P_{\max}) < 0$  Secondo la procedura IEC

$$\Delta P_{\max} := F_L^2 (P_1 - F_F \cdot P_v) \quad \Delta P_n - \Delta P_{\max} = -4.873 \text{ psi}$$

SCRIVENDO IL VETTORE DELLE TENSIONI DI VAPORE IN FUNZIONE DELLA TEMPERATURA SI PUO' VALUTARE LA TEMPERATURA DELL'ACQUA TALE DA GENERARE UNA SITUAZIONE DI CAVITAZIONE:

$$P_v := \begin{pmatrix} 0.12 \cdot \text{psi} \\ 0.18 \cdot \text{psi} \\ 0.95 \cdot \text{psi} \\ 3.7 \cdot \text{psi} \\ 6.7 \cdot \text{psi} \\ 9.3 \cdot \text{psi} \\ 11.5 \cdot \text{psi} \end{pmatrix} \quad \Delta P_{\max} := F_L^2 (P_1 - F_F \cdot P_v) \quad \Delta P_n - \Delta P_{\max} = \begin{pmatrix} -7.645 \\ -7.598 \\ -7.002 \\ -4.873 \\ -2.549 \\ -0.536 \\ 1.167 \end{pmatrix} \text{ psi}$$

La temperatura è compresa tra 190 e 200 °F

**c. CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI EFFLUSSO****VALVOLA CON CARATTERISTICA EQUIPERCENTUALE**

$$\phi_{0.7} := 0.31 \quad C_{vn} \cdot \phi_{0.7} = 8.99 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

**VALVOLA CON CARATTERISTICA LINEARE**

$$\phi_{0.7} := 0.74 \quad C_{vn} \cdot \phi_{0.7} = 21.46 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

**VALVOLA CON CARATTERISTICA QUICK OPENING**

$$\phi_{0.7} := 0.93 \quad C_{vn} \cdot \phi_{0.7} = 26.97 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

## INSTALLED CHARACTERISTICS

(PER LA SOLA VALVOLA CON CARATTERISTICA EQUIPERCENTUALE)

**e)** IPOTESI:  $h := 0.6$      $\phi_{0.6} := 0.22$      $\Delta P_0 := \Delta P_n + 0.9 \cdot \text{atm}$

DEFINITA  
L'AUTORITA'  
DELLA VALVOLA:

$$V_1 := \frac{\Delta P_n}{\Delta P_0} \qquad V_1 = 0.547$$

SI PUO' VALUTARE LA  
CARATTERISTICA  
INSTALLATA DEL CIRCUITO  
IN ESAME:

$$V_{\text{punto}_1} := \frac{V_{\text{punto}_n}}{\sqrt{1 - V_1 + \frac{V_1}{\phi_{0.6}^2}}} \qquad V_{\text{punto}_1} = 33.805 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1}$$

**f)** IPOTESI:  $h := 0.6$      $\phi_{0.6} := 0.22$      $\Delta P_0 := \Delta P_n + 0.45 \cdot \text{atm}$

DEFINITA L'AUTORITA'  
DELLA VALVOLA:

$$V_2 := \frac{\Delta P_n}{\Delta P_0} \qquad V_2 = 0.707$$

SI PUO' VALUTARE LA  
CARATTERISTICA INSTALLATA  
DEL CIRCUITO IN ESAME:

$$V_{\text{punto}_2} := \frac{V_{\text{punto}_n}}{\sqrt{1 - V_2 + \frac{V_2}{\phi_{0.6}^2}}} \qquad V_{\text{punto}_2} = 30.023 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1}$$

**g)** IPOTESI:  $\alpha := 2 \cdot 10^{10} \text{ kgm}^{-7}$      $\phi_{0.6} := 0.22$

DEFINITO IL VALORE DI PRIMO  
TENTATIVO PER L'AUTORITA'  
DELLA VALVOLA:

$$V_{i\_punto} := 1 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1}$$

Given

SI PUO' VALUTARE LA  
CARATTERISTICA INSTALLATA DEL  
CIRCUITO IN ESAME, ATTRAVERSO  
UN PROCEDIMENTO ITERATIVO PER  
TENTATIVI, VISTO CHE SIAMO IN  
PRESENZA DI UN'EQUAZIONE  
IMPLICITA:

$$V_{i\_punto} = \frac{V_{\text{punto}_n}}{\sqrt{1 - \frac{\Delta P_n}{\Delta P_n + \alpha \cdot V_{i\_punto}^2} + \frac{\frac{\Delta P_n}{\Delta P_n + \alpha \cdot V_{i\_punto}^2}}{\phi_{0.6}^2}}}$$

$$V_{i\_punto} := \text{Find}(V_{i\_punto}) \qquad V_{i\_punto} = 33.777 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

Perdita di carico all'utenza  $P_2 - P_3$ :

$$\alpha \cdot V_{i\_punto}^2 = 9.082 \times 10^4 \text{ Pa} \qquad \alpha \cdot V_{i\_punto}^2 = 0.896 \text{ atm}$$