

### Problema del 2.07.02

Devi dimensionare una valvola per le seguenti condizioni:

fluido: acqua

portata nominale:  $\dot{V} = 290.6 \text{ l s}^{-1}$

diametro nominale della linea: DN = 8"

pressione a monte della valvola:  $P_1 = 2.509 \text{ atm}$

pressione a valle della valvola:  $P_2 = 1.995 \text{ atm}$

tensione di vapore:  $P_v = 3.7 \text{ psi}$

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 sfera modulante del tipo Pratt con la seguente tabella dei  $C_{vn}$ :

Valve Size, in	$C_{vn}$ gpm psi <sup>-1/2</sup>
6	5250
8	9330
10	14600
12	21000

Apertura della valvola in gradi, °	$\phi$ , %
10	0.88
20	1.8
30	3.1
40	4.7
50	7.2
60	11.2
70	18.0
80	41.5
90	100

- Scegliere la valvola con il DN più opportuno.
- Che tipo di caratteristica intrinseca ha la valvola in analisi?
- Che differenza presenta la caratteristica di una valvola a sfera, come questa in questione, 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 a sfera 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, per le condizioni di temperatura riportate in tabella, l'eventuale passaggio della valvola dal flusso normale al flusso semicritico:  $(P_1 - P_2) > \Delta P_c$ .

- Valutare la temperatura massima a cui la valvola può operare in condizioni di flusso normale.

## Introduction

The pink painted variables are DATA

The blu painted text is COMMENT

## PROBLEM DATA

fluid: WATER

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

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

$$P_1 := 2.509 \cdot \text{atm} \quad \text{upstream absolute pressure} \quad P_1 = 36.872 \text{ psi}$$

$$P_2 := 1.995 \cdot \text{atm} \quad \text{downstream pressure} \quad P_2 = 29.318 \text{ psi}$$

$$\Delta P := P_1 - P_2 \quad \Delta P = 7.554 \text{ psi}$$

$$V_{\text{punto}} := 290.6 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1} \quad V_{\text{punto}} = 4.606 \times 10^3 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \quad \text{volume flow rate}$$

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

$$F_F := 0.956$$

## OTHER DATA

$$F_L := 0.55 \quad \text{Ball Valve - vedi la norma "ISA 75.01 - Annex D"}$$

$$K_c := 0.7 F_L^2 \quad K_c = 0.212 \quad \text{vedi Magnani pag. 26}$$

## DESIGN CALCULATIONS

$$C_v := \frac{V_{\text{punto}}}{\sqrt{\frac{P_1 - P_2}{G_f}}} \quad C_v = 1.676 \times 10^3 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad \text{Valve Flow Coefficient}$$

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

Quindi:

$$\phi_{0.7} := 0.18$$

Per D valvola = 6"

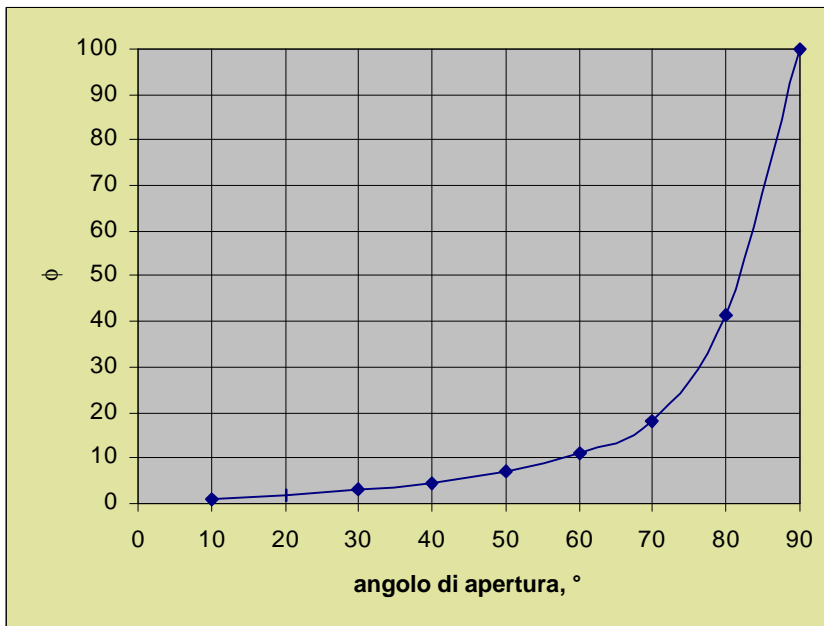
$$C_{vn} := 5250 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad C_{vn} \cdot \phi_{0.7} = 945 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

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

Per D\_valvola = 8"

$$C_{vn} := 9330 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad C_{vn} \cdot \phi_{0.7} = 1.679 \times 10^3 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

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



3. La Caratteristica risulta equipercentuale

### Valutazione della rangeability

Dalla scelta della valvola da tabella:  $c_{vMax} := 9330$

Per un'apertura di 10° risulta:  $c_{vMin} := c_{vMax} \cdot 0.0088$   $c_{vMin} = 82.104$

Dunque risulta:  $r := \frac{c_{vMax}}{c_{vMin}}$   $r = 113.636$

### Caratteristica di efflusso

Per valutare la **caratteristica di efflusso** si determinano le seguenti grandezze:

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

$$\sqrt{\Delta P_c} = 2.65\sqrt{\text{psi}}$$

$$\Delta P_{max} := F_L^2(P_1 - F_F \cdot P_v)$$

$$\sqrt{\Delta P_{max}} = 3.176\sqrt{\text{psi}}$$

$$\Delta P_f := P_1 - P_v$$

$$\sqrt{\Delta P_f} = 5.76\sqrt{\text{psi}}$$

$$V_{\text{punto}_c} := C_v \sqrt{\frac{\Delta P_c}{G_f}}$$

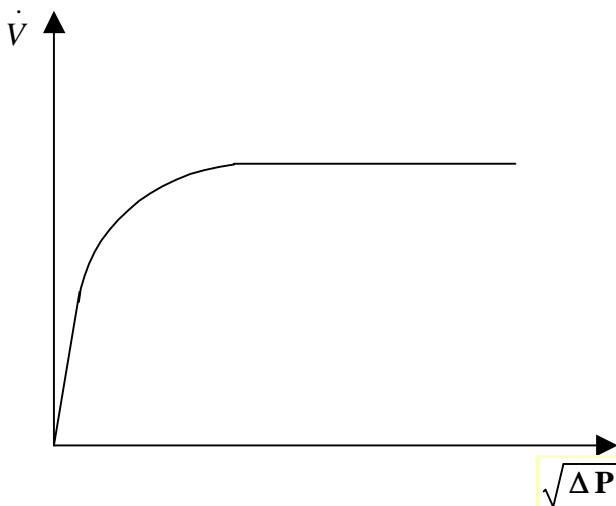
$$V_{\text{punto}_c} = 4.442 \times 10^3 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

$$V_{\text{punto}_{max}} := C_v \sqrt{\frac{\Delta P_{max}}{G_f}}$$

$$V_{\text{punto}_{max}} = 5.322 \times 10^3 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

**Condizioni di flusso normale**  $\rightarrow (\Delta P - \Delta P_c) < 0$

$$\Delta P - \Delta P_c = 0.53 \text{ psi}$$



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

$$P_v := \begin{pmatrix} 0.12 \cdot \text{psi} \\ 0.18 \cdot \text{psi} \\ 0.95 \cdot \text{psi} \\ 3.7 \cdot \text{psi} \\ 6.7 \cdot \text{psi} \end{pmatrix}$$

$$\Delta P_c := K_c(P_1 - P_v) \quad \Delta P_c = \begin{pmatrix} 7.782 \\ 7.77 \\ 7.607 \\ 7.024 \\ 6.389 \end{pmatrix} \text{ psi}$$

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

$$\Delta P - \Delta P_c = \begin{pmatrix} -0.229 \\ -0.216 \\ -0.053 \\ 0.53 \\ 1.165 \end{pmatrix} \text{ psi}$$

Quindi per temperature dell'acqua maggiori di 100°F la valvola passa ad una condizione di flusso semi-critico