

Dimensionamento de *Vaso Flash*

Prof. Rodolfo Rodrigues
Universidade Federal do Pampa

BA310 – Operações Unitárias II
Curso de Engenharia Química
Campus Bagé

18 de setembro de 2018



Vaso Flash



Figura 1: Vasos separadores gás-líquido verticais.

Fonte: Bothamley (2013b).

Vaso Flash



Figura 2: Vaso separador trifásico horizontal.

Fonte: NA Solid Petroserve Ltd. Calgary, Canadá (2016).

Vaso Flash

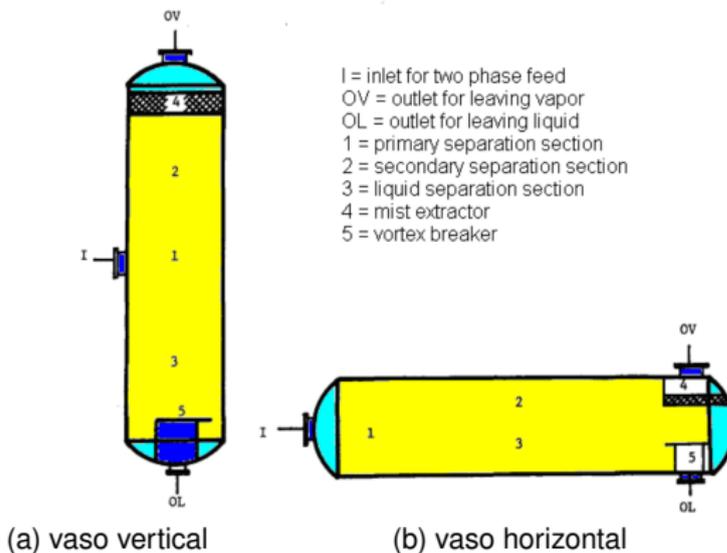


Figura 3: Partes internas de vasos separadores líquido-vapor (a) vertical e (b) horizontal. Legenda: (I) carga, (OV) saída de vapor, (OL) saída de líquido, (1) e (2) seções primária e secundária de separação, (3) seção de separação do líquido, (4) *demister* e (5) quebraador de vórtice.

Fonte: KLM Tech Group (2011).

Vaso Flash

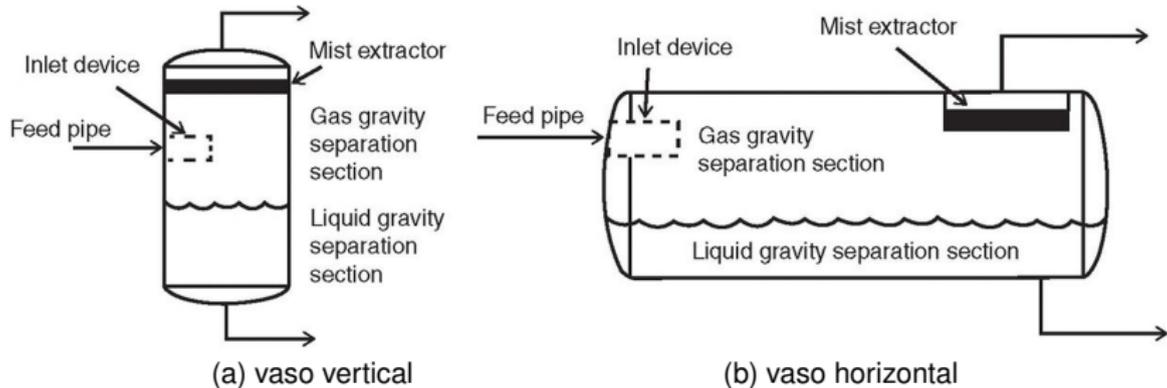


Figura 4: Partes internas de vasos separadores líquido-vapor (a) vertical e (b) horizontal. As principais partes são: tubo de alimentação, dispositivo de entrada, seção de separação de gás por gravidade, extrator de névoa (*demister*) e seção de separação de líquido por gravidade.

Fonte: Bothamley (2013b).

Vaso Vertical



Vaso Flash Vertical

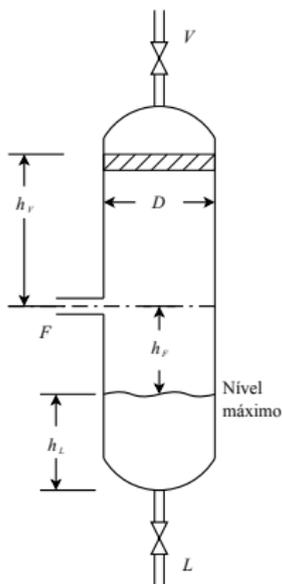


Figura 5: Dimensões de um vaso *flash* vertical. Legenda: h_L = altura do volume de líquido de compensação, h_F = altura do nível de líquido até a linha de carga, h_V = altura da linha de carga até o *demister*.

Fonte: adaptado de Wankat (2012).

Vaso *Flash* Vertical

Dimensionamento

- 1 Determinar as vazões, L e V , e as composições, x_i e y_i , do vapor e do líquido;
- 2 Calcular a velocidade admissível do vapor, u_{perm} ;
- 3 A partir de V e u_{perm} obter a área da seção transversal A_c e após D ;
- 4 Determinar h a partir de:
 - Regra prática: $3 \leq h/D \leq 5$; ou
 - Volume de compensação de líquido requerido, V_{surge} .



Vaso Flash Vertical

Diâmetro do Vaso, D

- Velocidade admissível do vapor, u_{perm} :

$$u_{\text{perm}} = K_{\text{drum}} \sqrt{\frac{\rho_L - \rho_V}{\rho_V}} \quad (1)$$

onde:

$$K_{\text{drum}} = (1 \text{ ft/s}) \exp\left[A + B(\ln F_{LV}) + C(\ln F_{LV})^2 + D(\ln F_{LV})^3 + E(\ln F_{LV})^4\right] \quad (2)$$

$$F_{LV} = \frac{W_L}{W_V} \sqrt{\frac{\rho_V}{\rho_L}} \quad (3)$$

sendo $0,1 < K_{\text{drum}} < 0,35$, W é a vazão mássica das fases.



Vaso Flash Vertical

Diâmetro do Vaso, D

- Os parâmetros são:

$$A = -1,8774780970 \quad B = -0,8145804597$$

$$C = -0,1870744085 \quad D = -0,0145228667$$

$$E = -0,0010148518$$

- Obtém-se D a partir da área transversal, A_c :

$$A_c = \frac{V \cdot \overline{MW}_V}{u_{\text{perm}} \cdot \rho_V} \quad (4)$$

$$D = \sqrt{\frac{4A_c}{\pi}} \quad (5)$$

Vaso Flash Vertical

Altura do Vaso, h_{total}

1 Regra prática:

$$3 \leq \frac{h_{total}}{D} \leq 5 \quad (6)$$

2 Volume de compensação de líquido, V_{surge} :

$$h_V = 36'' + 0,5d_F \quad (7)$$

$$h_F = 12'' + 0,5d_F \quad (8)$$

onde $h_V \geq 48''$ e $h_F \geq 18''$.

Vaso Flash Vertical

Altura do Vaso, h_{total}

2 Volume de compensação de líquido, V_{surge} :

$$h_L = \frac{V_{surge}}{\pi D^2/4} \quad (9)$$

$$h_{total} = h_V + h_F + h_L \quad (10)$$

Por fim,

- Se $h_{total}/D < 3$, um volume de compensação de líquido, V_{surge} , **maior** é requerido;
- Se $h_{total}/D > 5$, um **vaso horizontal** deve ser utilizado.



Propriedades da Fase Vapor

- Massa específica (assumindo um gás ideal):

$$\rho_V = \frac{p}{RT} \overline{Mw}_V \quad (11)$$

- Massa molar média:

$$\overline{Mw}_V = \sum_{i=1}^C y_i \cdot Mw_i \quad (12)$$

onde C é o número de espécies químicas.



Propriedades da Fase Líquida

- Massa específica:

$$\rho_L = \frac{\overline{Mw}_L}{\overline{V}_L} \quad (13)$$

- Massa molar média:

$$\overline{Mw}_L = \sum_{i=1}^C x_i \cdot Mw_i \quad (14)$$

- Volume específico médio (assumindo mistura ideal):

$$\overline{V}_L = \sum_{i=1}^C x_i \cdot \overline{V}_i = \sum_{i=1}^C \frac{x_i \cdot Mw_i}{\rho_i} \quad (15)$$

Vaso Horizontal



Vaso *Flash* Horizontal

- Vasos horizontais são usados para grandes vazões;
- Uma área de separação adicional é formada ao fazer a coluna “larga” como em vasos horizontais;
- Vasos horizontais são mais baratos que os verticais;
- Vasos horizontais são particularmente úteis quando são necessárias grandes capacidades de líquido de compensação.



Vaso *Flash* Horizontal

Dimensionamento

- 1 Escolher h/D entre 3 e 5.
- 2 Determinar u_{perm} pela equação 2 sendo:

$$K_{\text{horizontal}} = 1,25 \cdot K_{\text{vertical}} \quad (16)$$

- 3 Calcular D :

$$D = \sqrt{\frac{V \cdot \overline{Mw}_V}{u_{\text{perm}} \cdot \rho_V \cdot (h/D)}} \quad (17)$$

Vaso *Flash* Horizontal

Dimensionamento

- 3** Calcular D :
Para um gás ideal, tem-se:

$$D = \sqrt{\frac{V \cdot R \cdot T}{u_{\text{perm}} \cdot p \cdot (h/D)}} \quad (18)$$



Vaso Existente



Vaso *Flash* Existente

Dimensionamento

- Para este caso, h e D já estão definidos para o vaso.
- Para um dado vaso é determinada a quantidade máxima admitida de vapor, V_{\max} :

$$V_{\max} = \frac{\pi D^2 \cdot u_{\text{perm}} \cdot \rho_V}{4Mw_V} \quad (19)$$

- A capacidade máxima de vapor limita o produto da fração vaporizada, V/F , pela carga, F :

$$(V/F)F < V_{\max} \quad (20)$$

Vaso Flash Existente

Dimensionamento

- Se a equação 20 é satisfeita então o uso do vaso é direto, caso contrário, algo deve ser feito:
 - 1 Adicionar divisas ou um *demister* para aumentar V_{\max} ou diminuir o arraste;
 - 2 Reduzir a carga, F , no vaso;
 - 3 Reduzir V/F . Menos vapor com mais do componente mais volátil será produzido;
 - 4 Usar vasos em paralelo. Isto reduz a carga para cada vaso;
 - 5 Usar vasos em série;
 - 6 Tentar aumentar a pressão;
 - 7 Usar alguma combinação dessas alternativas.

Referências

- BOTHAMLEY, M. **Gas/liquid separators: Quantifying separation performance—Part 1.** *Projects Systems Technologies: Oil and Gas Facilities*, v. 2, n. 4, 2013. [▶ URL](#)
- BOTHAMLEY, M. **Gas/liquid separators: Quantifying separation performance—Part 2.** *Projects Systems Technologies: Oil and Gas Facilities*, v. 2, n. 5, 2013. [▶ URL](#)
- KLM TECH GROUP. **Process design of gas (vapor)-liquid separators (Project standards and specifications).** Johor Bahru, Malásia: KLM Technology Group, 2011. [▶ URL](#)
- WANKAT, P. C. **Flash Distillation. Size Calculation.** In: _____ . (Org.). *Separation Process Engineering Includes Mass Transfer Analysis*. 3. ed. Upper Saddle River: Pearson, 2012, p. 48-54.

