



Instituto Politécnico, Nova Friburgo
August 30th - September 3rd, 2004

Paper CRE04 – TF30

Determinação da Velocidade Mínima do Fluxo de Vapor para Pratos Perfurados de uma Coluna de Destilação

**Thiago Antonini Alves, Marcelo Ferreira Pelegrini, Cassio Roberto Macedo Maia,
Ricardo Alan Verdú Ramos, Emanuel Rocha Woiski**

Núcleo de Planejamento Energético e Cogeração (NUPLEN)
Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP
Avenida Brasil, 56, Centro, Ilha Solteira, SP, Brasil, CEP: 15385-000
antonini@dem.feis.unesp.br, marcelo@dem.feis.unesp.br

Um freqüente problema que ocorre nas colunas de destilação quando esta opera abaixo de suas capacidades é o fenômeno conhecido por gotejamento. Ele se caracteriza por uma pressão na fase vapor insuficiente. Assim, parte do líquido que está acima do prato flui através do vertedor de saída enquanto o restante desce através dos orifícios, causando redução da eficiência. Desta forma, segundo Frigyers & Collins (1997), os pratos perfurados de uma coluna devem ser projetados de modo a prever uma queda substancial na pressão do vapor que atue contra a tendência do gotejamento, mantendo o líquido sobre o prato perfurado. Portanto, torna-se necessário um dimensionamento apropriado das perfurações nos pratos. Sendo assim, neste trabalho calcula-se a velocidade mínima para que não haja gotejamento, em função do diâmetro do prato perfurado, para diversos diâmetros de orifícios.

Os diâmetros dos orifícios (d_h) variam usualmente de 4 a 7 mm e são dispostos em forma de quincôncio, ou seja, triângulos equiláteros distanciados de um comprimento p' a partir do centro. Esta distância varia cerca de 2,5 a 5,0 vezes do diâmetro dos orifícios. O material mais usado na fabricação dos pratos é o aço inoxidável e, normalmente a espessura (e) das chapas utilizadas é inferior à metade do diâmetro do orifício.

Definidas estas características pode-se determinar a área relativa às perfurações nos pratos por:

$$A_h = 0,459 \left(\frac{d_h D_t}{p'} \right)^2, \quad (1)$$

sendo que D_t é o diâmetro total do prato perfurado [m].

Assim, pode-se prever a velocidade (U_h) com que o vapor atravessa os orifícios por:

$$U_h = \frac{Q_v}{A_h}, \quad (2)$$

sendo que Q_v é a vazão volumétrica de vapor [m^3/s].

A correlação apresentada por Treybal (1980) e mostrada a na Eq. (3), permite a determinação da velocidade mínima ($U_{u\ min}$) necessária para que não haja gotejamento.

$$U_{h\ min} = \left(\frac{\sigma g}{\mu_v} \right) \left[\left(\frac{10^3 \mu_v^2 \rho_L}{\sigma g \rho_v d_h \rho_v} \right)^{0,379} \left(\frac{e}{d_h} \right)^{0,293} \left(\frac{1,011 \cdot 10^6 D_t^2 d_h}{\sqrt{3}(p')^3} \right)^\xi \right], \quad (3)$$

sendo que σ é a tensão superficial da mistura [N/m], g é a aceleração da gravidade [m/s^2], μ_V é a viscosidade da fase vapor [kg/m s], ρ_L é a massa especificada fase líquida [kg/m^3], ρ_V é a massa especificada fase vapor [kg/m^3]. Além disso, ξ é dada por:

$$\xi = \frac{2,8}{\left(\frac{10^3 Z}{d_h}\right)^{0,724}} \quad (4)$$

onde, Z é a distância entre o vertedor de entrada e o de saída [m].

Feito isso, compara-se o valor obtido na Eq. (3) com o obtido pela Eq. (2) e, se $U_h \geq U_{h \text{ min}}$, conclui-se que a coluna não está operando sob condições de gotejamento (Gouvêa, 1999). Na Figura 1, mostra-se o comportamento destas grandezas:

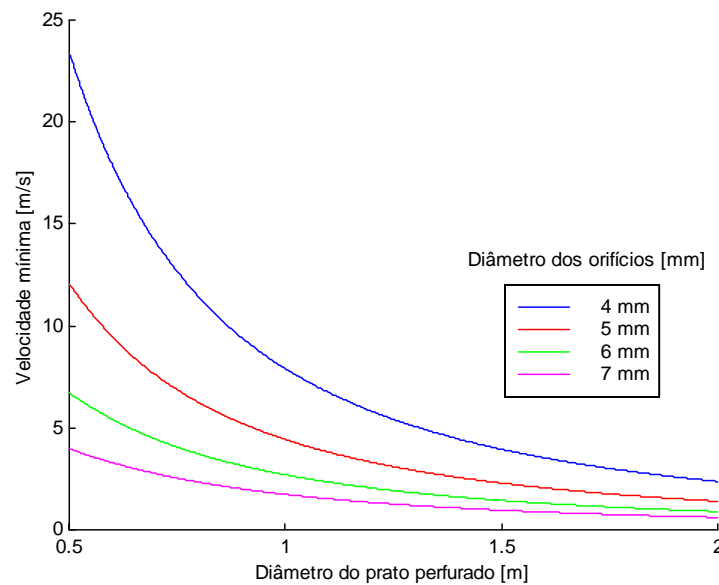


Figura 1 – Velocidade mínima em função do diâmetro do prato para diversos valores de diâmetros de orifícios.

Neste trabalho, calculou-se a velocidade mínima para que não haja gotejamento em função do diâmetro do prato perfurado, para os diâmetros de orifícios mais utilizados em colunas de destilação de pratos perfurados. Na Figura 1, observou-se que aumentando o valor do diâmetro do prato, as velocidades mínimas tendem a convergir para um mesmo valor independentemente do valor do diâmetro dos orifícios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Frigyers L. & Colins C., 1997, “Advanced Distillation Saves Energy & Capital”, 104 (7), p. 72, Chem. Engng.
- [2] Golveia, P. E. M., 1999, “Simulação e Análise de Configurações alternativas de Colunas de Destilação: Meta e Para-Destilação”, Tese de Mestrado, Unicamp, Campinas, SP.
- [3] Treybal, R. E., 1980, “Mass Transfer Operations”, 3ª ed., McGraw Hill.