

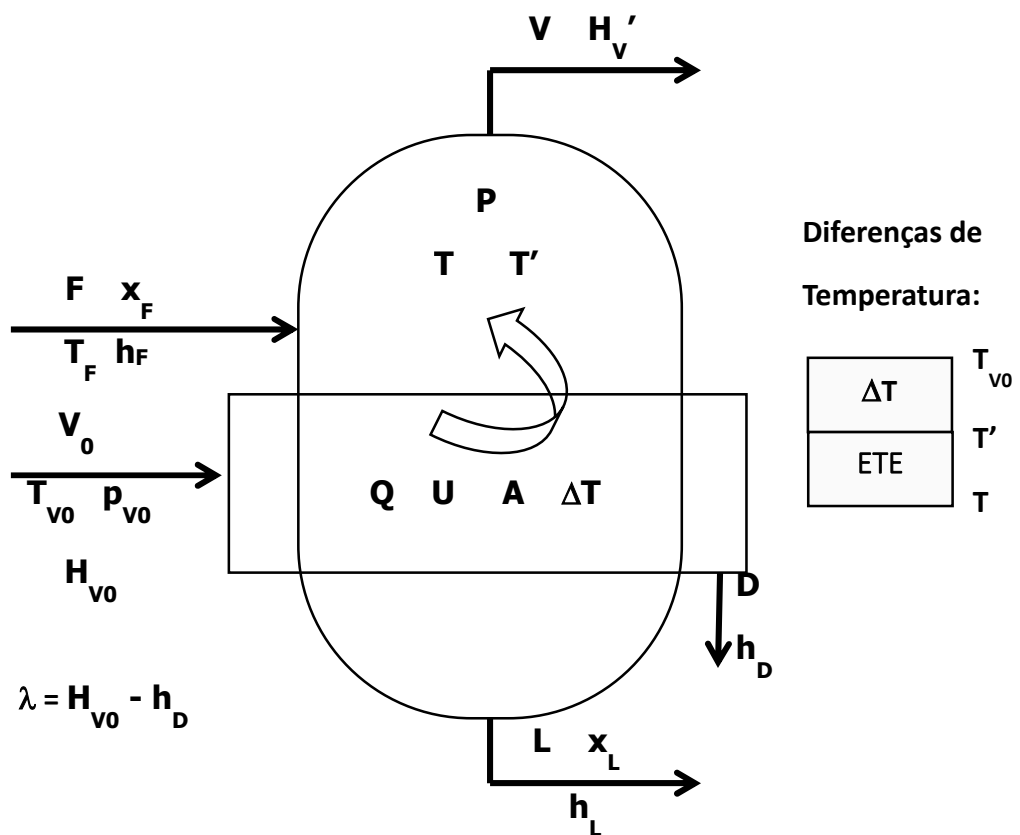


OPERAÇÕES UNITÁRIAS II

Prof. Antonio Carlos da Silva

AULA 17 - CÁLCULO DE EVAPORADORES

Em um Evaporador de Simples Efeito tem-se os seguintes parâmetros (conforme Apresentação e Videoaulas postadas):



As equações de Balanço de Massa e de Energia são:

$$F = L + V \quad (1)$$

$$F \cdot x_F = L \cdot x_L \quad (2)$$

$$V_0 = D \quad (3)$$

$$Q = V_0 \cdot \lambda = L \cdot h_L + V \cdot H'_v - F \cdot h_F \quad (4)$$

A troca de calor é dada pela relação: $Q = U \cdot A \cdot \Delta T \quad (5)$

29/outubro/2020

EXERCÍCIOS

3) Precisa-se evaporar 4250 kg/h de uma solução a 6% em peso, para produzir uma solução a 44% em peso, em um evaporador de simples efeito. Dispõe-se de vapor para aquecimento a 10,225 kgf/cm². A câmara de evaporação deverá ser operada a uma pressão de 0,255 kgf/cm². A solução diluída deve ser alimentada a 40°C. O coeficiente global de troca de calor foi estimado em 1380 kcal/m².h.°C. Determinar a área de troca de calor necessária para o evaporador.

Dados da solução: $E_{TE} = 38,2 \cdot x$ e $C_p = 1 - (0,45 \cdot x)$

Parâmetro	Valor	Unidades
F	4250	kg/h
L	579,5	kg/h
V	3670,4	kg/h
x_F	0,06	
x_L	0,44	
V₀ (=D)	4570,1	kg/h
T_F	40	°C
T_{V0}	180	°C
T	65	°C
T'	81,8	°C
ΔT = T_{V0} - T'	98,2	°C
E_{TE} = T' - T	16,8	°C
p	0,255	kgf/cm ²
P_{V0}	10,225	kgf/cm ²
h_F	38,9	kcal/kg
h_L	65,6	kcal/kg
H_{V0}	663,2	kcal/kg
H_V	625,2	kcal/kg
H_{V'}	633,6	kcal/kg
h_D	182,2	kcal/kg
λ	481	kcal/kg
U	1380	kcal/m ² .h.°C
Q	2198218,1	kcal/kg
A	16,22	m ²

$$\text{Eq 2: } F \cdot x_F = L \cdot x_L \rightarrow 4250 \cdot 0,06 = L \cdot 0,44 \rightarrow L = 579,5 \text{ kg/h}$$

$$\text{Eq 1: } F = L + V \rightarrow 4250 = 579,55 + V \rightarrow V = 3670,4 \text{ kg/h}$$

$$P_{vo} = 10,225 \text{ kgf/cm}^2 \rightarrow T_{vo} = 180 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow h_D = 182,2 \text{ kcal/kg} \rightarrow H_{vo} = 663,2 \text{ kcal/kg} \rightarrow \lambda = 481 \text{ kcal/kg}$$

$$P = 0,255 \text{ kgf/cm}^2 \rightarrow T = 65 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow H_v = 625,2 \text{ kcal/kg}$$

$$\text{ETE} = 38,2 \cdot x_L \rightarrow \text{ETE} = 38,2 \cdot 0,44 \rightarrow \text{ETE} = 16,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$16,8 = T' - T \rightarrow 16,8 = T' - 65 \rightarrow T' = 81,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T_{vo} - T' \rightarrow \Delta T = 180 - 81,8 \rightarrow \Delta T = 98,2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$H_v' = H_v + \underset{\substack{\uparrow \\ \text{vapor}}}{C_p} \text{ETE} \rightarrow H_v' = 625,2 + \underset{\substack{\uparrow \\ \text{vapor}}}{0,5} \cdot 16,8 \rightarrow H_v' = 633,6 \text{ kcal/kg}$$

$$C_p = \Delta H / \Delta T \rightarrow \Delta H = C_p \cdot \Delta T \rightarrow \Delta H = [1 - 0,45 \cdot x] \cdot \Delta T \rightarrow$$

$$h - h_{\text{ref}} = [1 - 0,45 \cdot x] \cdot (T - T_{\text{ref}}) \rightarrow [T_{\text{ref}} = 0 \text{ }^\circ\text{C} \text{ e } h_{\text{ref}} = 0 \text{ kcal/kg}]$$

$$h = (1 - 0,45 \cdot x) \cdot T$$

$$h_F = (1 - 0,45 \cdot x_F) \cdot T_F \rightarrow h_F = (1 - 0,45 \cdot 0,06) \cdot 40 \rightarrow h_F = 38,9 \text{ kcal/kg}$$

$$h_L = (1 - 0,45 \cdot x_L) \cdot T' \rightarrow h_L = (1 - 0,45 \cdot 0,44) \cdot 81,8 \rightarrow h_L = 65,6 \text{ kcal/kg}$$

$$V_o \cdot \lambda = L \cdot h_L + V \cdot H_v' - F \cdot h_F \rightarrow V_o \cdot 481 = 579,5 \cdot 65,6 + 3670,4 \cdot 633,6 - 4250 \cdot 38,9 \rightarrow V_o = 4570,1 \text{ kg/h}$$

$$Q = V_o \cdot \lambda \rightarrow Q = 4570,1 \cdot 481 \rightarrow Q = 2.198.218,1 \text{ kcal/h}$$

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T \rightarrow 2198218,1 = 1380 \cdot A \cdot 98,2 \rightarrow A = 16,22 \text{ m}^2$$

ECONOMIA DO EVAPORADOR = vazão de vapor produzido/vazão de vapor consumido

$$E = 3670,4 / 4570,1 \rightarrow E = 0,803$$