

# Reator semi-batelada com trocador de calor

João Eduardo Levandoski, RA: 265243

27 de Outubro de 2020

Para ser possível a resolução desse problema serão feitas algumas considerações:

- Perfeitamente misturado BSTR;
- Reação instantânea, logo taxa de reação igual a taxa de entrada do reagente;
- Reação irreversível,  $X_{final} = 1$ ;

Tempo de reação é igual ao tempo para consumo do formaldeído presente no tanque, o número de mols de formaldeído disponível para consumo pode ser calculado considerando as informações iniciais dadas pela solução de formalina, fração de formaldeído (42 %)  $V_0 = 900$  L,  $\rho_{formalina} = 1,1$  g/cm<sup>3</sup> e a massa molar ( $MM_F = 30,0260$ g/mol)

$$N_F = \frac{(42)(900)(1,1)(1000)}{(100)(30,0260)} = 13848 \text{ mol} \quad (1)$$

Utilizando a estequiometria de reação fornecida:

$$N_{nh3} = \frac{4}{6}13848 = 9232 \text{ mol} \quad (2)$$

$$m_{nh3} = (9232)(17,0305) = 157225 \text{ g} \quad (3)$$

$$F_{nh3} = (7,56)(0,91)(0,25)(1000) = 1719,9 \text{ g/min} \quad (4)$$

$$t = \frac{m_{nh3}}{F_{nh3}} = \frac{157225,56}{1719,9} = 91,42 \text{ min} \quad (5)$$

Usando:

$$\frac{dT}{dt} = 0 \quad (6)$$

E considerando a taxa de reação igual a vazão de entrada de amônia no reator e que o calor gerado é totalmente retirado pelo trocador, ou seja:

$$Q = UA(T_a - T) \quad (7)$$

$$V_{nh3} = t F_{ent} \quad (8)$$

Colocando o  $\Delta H$  em função da Amônia:

$$\Delta H_{nh3} = \Delta H_{HTMA} \frac{MM_H}{4MM_{nh3}} \quad (9)$$

Igualando as equações isolando a área e substituindo os valores temos:

$$A = \frac{F_{ent}(1000)(\rho_{nh3})}{U(60)(T - T_a)} (-\Delta H_{nh3}(x_{nh3} - Cp_{nh3}(T - T_0))) \quad (10)$$

Área de transferência de calor:

$$A = \frac{(7,56)(1000)(0,91)}{480(60)(100 - 25)} (4595,164)(0,25 - 4,1868(100 - 25)) = 2,658 \text{ m}^2 \quad (11)$$

Comprimento da serpentina:

$$L = \frac{2,658}{0,0254 \pi} \quad (12)$$

$$L = \frac{2,658}{\pi 0,0254} = 33,32 \text{ m} \quad (13)$$

Volume da serpentina:

$$V_s = \frac{L\pi D^2}{4} \quad (14)$$

$$V_s = \frac{(33,32)\pi 0,0254^2}{4} = 16,88 \text{ L} \quad (15)$$

$$V_{total} = \frac{4}{3}(V_s + V_0 + V_{nh3}) \quad (16)$$

Volume do tanque considerando 33 % de segurança (4/3) do volume necessário:

$$V_{total} = \frac{4}{3}(16,88 + 900 + 691,10) = 2143,98 \text{ L} \quad (17)$$

Diâmetro do reator:

$$d = \left[ \frac{8(2,14)}{(3\pi)} \right]^{\frac{1}{3}} = 1,23 \text{ m} \quad (18)$$

Altura do reator:

$$h = 1,5(1,23) = 1,831 \text{ m} \quad (19)$$

## Anexos

```

1 # -*- coding: utf-8 -*-
2 """
3 Created on Tue Oct 27 18:01:22 2020
4
5 @author: levandoski
6 """
7 import math
8
9
10
11 # Dados do problema:
12 # for = formalina
13 # F = formaldeido
14 # nh3 = amonia
15 # a = agua
16 # H = HTMA
17 rho_nh3 = 0.91 #g cm^3
18 rho_for = 1.1 # g cm ^3
19 Cp_meio = 4.1868 # J / g K #amonia eh igual
20
21 MM_nh3 = 17.0305 # g / mol
22 MM_F = 30.0260 # g / mol
23 MM_H = 140.1863 # g / mol
24
25 deltaHpad = -2232.97 # kJ/kg por kg de HTMA
26
27 x_F = 0.42 # em massa
28 V0 = 900 # L
29 T0 = 25 # C
30 Ta = 25 # C
31 U = 480 # W / m^2 K
32
33 F_ent = 7.56 # L / min
34 x_nh3 = 0.25
35
36 T = 100 # C
37
38 D = 2.54/100 # m
39
40 N_F = ((V0 * 1000) * rho_for * x_F) / MM_F # mol de formaldeido
41 print('N_f:', N_F)
42
43 N_nh3 = (4/6) * N_F
44 print('N_nh3:', N_nh3)
45
46 m_nh3 = N_nh3 * MM_nh3
47 print('m_nh3:', m_nh3)
48
49 F_nh3 = F_ent * rho_nh3 * x_nh3 * 1000

```

```

50 print('F_nh3:', F_nh3)
51
52 tempo = m_nh3/F_nh3
53 print('Tempo de reacao:', tempo)
54
55 V_nh3 = F_ent*tempo
56 print('V_nh3:', V_nh3)
57
58 deltaH_reac = deltaHpad*(MM_H/(4*MM_nh3))
59
60 A = ((F_ent*1000*rho_nh3)/(U*60*(T - Ta))) * \
61     (-deltaH_reac*x_nh3 -Cp_meio*(T - T0)) #quebra de linha
62 print('A:', A)
63
64 L = A/(math.pi * D)
65 print('L:', L)
66
67 Vs = (L*math.pi*D**2)/4
68 print('Vs:', Vs*1000)
69
70 V = (4/3)*(Vs + V0/1000 + V_nh3/1000)
71 print('V_t:', V)
72
73 d = ((8*V)/(3*math.pi))**(1/3)
74 print('d:', d)
75
76 h = 1.5*d
77 print('h:', h)

```

Listing 1 – Código para o cálculo