

(第 1 次)

2004年 硕士研究生入学考试 (化工原理)
 标准答案

434

一. 填空题 (每题2分, 共46分)

1. 不变; 增大
2. 出口; 旁路(支路); 汽化; 理论(欧拉)
3. b ;
4. 逆流; 24.66°C ; 66.67%
5. $\frac{1}{2} \theta_F$
6. $t_1 > t_2$; $H_1 < H_2$; $t_{w1} < t_{w2}$; $t_{d1} < t_{d2}$; $\phi_1 > \phi_2$
7. $A > B > C$
8. 气膜; 增大
9. 增加; 增加; 减小; 增加



二. 单项选择题 (每题2分, 共16分)

1. ②; 2. ① 3. ① 4. ① 5. ③; 6. ① 7. ③; 8. ①

三. 实验操作分析题 (每题10分, 共20分)

1. 答: 汽化现象是由于泵吸入口压力低于同温度下输送液体的饱和蒸汽压所导致的。因此, 所有降低泵吸入口压力的措施理论上均可防止汽化现象的发生或减轻已经发生的汽化现象。在泵吸入口处应满足下列方程:

$$P_1/\rho + z_s + \frac{u_1^2}{2g} + z_{f1} = \frac{P_a}{\rho}$$

$$\text{即: } \frac{P_1}{\rho} = \frac{P_a}{\rho} - \left[z_s + \frac{u_1^2}{2g} + (\lambda \frac{L}{d} + z_f) \frac{u_1^2}{2g} \right]$$



- 因 P_a 一定, 故愈 ↑ P_1 , 降低 $[]$ 中任一项均可。即: ① 降低泵的安装高度。
 ② 降低液体在吸入管中的流速 u_1 。(可通过增大吸入管直径来实现并不得同时阀门开度或开大出口阀门开度来实现。)

2. 答: 板框压滤, 是由于粗颗粒和细颗粒的沉降速率不同而导致的。

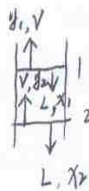
如图, 对粗颗粒任取板间滤饼的厚度 (或任一块滤板考

察任一块的滤饼厚度): $V\Delta y = L\Delta x$, 因 $V=L+D$, 即 $V>L$

$$\therefore \Delta x > \Delta y$$

同理对细颗粒任取板: $V'\Delta y' = L'\Delta x'$, 因 $L'=V'+W$, 即 $L'>V'$

$$\therefore \Delta x' < \Delta y'$$



四. 计算题 (68分)

1. 解: ① 逆流操作, 对数平均温差 $\Delta t_m = \frac{(90-20) - (40-20)}{\ln \frac{90-20}{40-20}} = 28.85^\circ\text{C}$

(16分)

$$\text{热流体的放热量 } Q = m_{s1} c_{p1} \Delta T = \frac{54}{3600} \times 10^3 \times 4180 \times (90-20) = 3.135 \times 10^6 \text{ J/s (W)}$$

$$\text{冷流体的流量 } m_{s2} = \frac{m_{s1} c_{p1} \Delta T}{c_{p2} \Delta t} = \frac{54 \times 10^3 / 3600 \times (90-20)}{450-20} = 25 \text{ kg/s}$$

$$\text{冷流体在管中的流速为: } u = \frac{25}{1000 \times 150 \times 0.785 \times 0.02^2} = 0.531 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{du\rho}{\mu} = \frac{0.02 \times 0.531 \times 1000}{0.5 \times 10^{-3}} = 2.123 \times 10^4 \text{ 湍流, 故 } \alpha = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.4} \frac{\lambda}{d}$$

$$\text{即 } \alpha = \frac{0.65}{0.02} \times (2.123 \times 10^4)^{0.8} \times \left(\frac{c_{p1} \mu}{\lambda}\right)^{0.4} = 0.023 \times (2.123 \times 10^4)^{0.8} \times \left(\frac{4180 \times 0.5 \times 10^3}{0.65}\right)^{0.4} \times \frac{0.65}{0.02} = 7452 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{则总传热系数 } \frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} \frac{r_1}{r_2} = \frac{1}{4300} + \frac{1}{7452} \frac{25}{20} \Rightarrow K = 1682 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{已知 } A_{传热} = 0.025 \times 6 \times 150 \times 3.14 = 70.65 \text{ m}^2 \quad \text{由 } Q = KA\Delta t_m$$

$$A_{管} = \frac{Q}{K\Delta t_m} = \frac{3.135 \times 10^6}{1682 \times 28.85} = 64.61 \text{ m}^2 \quad \text{A}_{管} > A_{传热}, \text{ 故有 } 85\% \text{ 裕量, 合适}$$

② 若高粘度溶液流速进一步降低, 则增大冷却水流量, 如此, 污垢层, 冷却液流速, 板间流速, 同时, 因流速增加, 管程又个, 导致总传热系数增大, 冷却出口温度进一步降低, 平均温差不能会有所降低。

2. 解: 由 $h = No_g \cdot No_q$, $No_g = \frac{G}{\rho g \mu}$, 因操作条件相同, 故 G, ρ, μ 不变, 两种情况下 h 相同。

(15分)

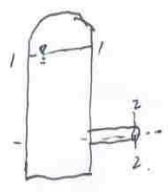
$$\therefore h_1/h_2 = No_{q1}/No_{q2}, \text{ 又 } No_q = \int \frac{h_0 dy}{\lambda_0 y^2}, \text{ 又 } \lambda_0 \text{ 两种情况下为 } 0, \text{ 故 } No_q = 0$$

第3页

$\therefore N_{O_2} = \ln \frac{y_0}{y_a}$ 已知 $y_{a1} = 0.1$, $\eta_1 = 90\%$ $\therefore N_{O_2} = \ln \frac{y_0}{y_{a1}}$
~~又 $\frac{y_0}{y_{a1}} = \frac{y_0}{y_{a2}}$~~ 又 $\frac{y_0}{y_{a1}} = 90\%$ $\therefore 1 - \frac{y_{a1}}{y_0} = 0.9$ 即 $y_0/y_{a1} = 10$.
 同理, $y_0/y_{a2} = 100$. $\therefore h_1 : h_2 = N_{O_2} : N_{O_2} = \ln 10 : \ln 100 = 1 : 2$

②. 对操作子, 愈提的收率, 可种加塔中塔高, 加副气进塔为以解气到膜厚, > 减少塔气膜控制过程, 其它说法还有膜有效面积.

3. 解: 在入口与出口之间列柏努利方程
 (12分) 列: $z_1 + \frac{p_1}{\rho g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + z f_p = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + (\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi) \frac{u^2}{2g}$
 式中: $p_1 = 3 \text{at}$, $p_2 = 0$ (表压) $z_2 = 0$, $z_1 = z_1$
 $\therefore u = \sqrt{2g(z_1 + \frac{p_1}{\rho g}) / (\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi)}$



$Q = Au = A \sqrt{2g(z_1 + \frac{p_1}{\rho g}) / (\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi)}$ $\therefore \lambda$ 不变, $\sum \xi$ 不变, A 不变 (管径)

$\therefore \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\sqrt{2g(z_1 + \frac{p_1}{\rho g})}}{\sqrt{2g(z_1' + \frac{p_1'}{\rho g})}} = \frac{\sqrt{z_1 + \frac{p_1}{\rho g}}}{\sqrt{z_1' + \frac{p_1'}{\rho g}}}$ 式中: $z_1, \frac{p_1}{\rho g}$ 不变, 故之比和比

又 $z_1 + \frac{p_1}{\rho g} = 0.8 \times 6 + (3-1) + 30 = 36.8 \text{ m}$.

$z_1' + \frac{p_1'}{\rho g} = 0.8 \times 2 + (3-1) + 30 = 33.6 \text{ m}$.

$\therefore Q_1/Q_2 = \frac{\sqrt{36.8}}{\sqrt{33.6}} = 1.0465$ $\therefore Q_2 = \frac{Q_1}{1.0465} = \frac{8 \times 10^{-3}}{1.0465} = 7.644 \text{ m}^3/\text{s}$

4. 解: 在 A → D 间列柏努利方程:
 (10分)

$z_A + \frac{p_A}{\rho g} + \frac{u_A^2}{2g} + h_e = z_D + \frac{p_D}{\rho g} + \frac{u_D^2}{2g} + z f_{A \rightarrow D}$ $z_A = z_D$, $p_A = p_D$, $u_A = u_D$

$\therefore h_e = z f_{A \rightarrow D} = \lambda \frac{l}{d} \frac{u^2}{2g} + \lambda \frac{l}{d} \frac{(u^2)}{2g} + \lambda \frac{l}{d} \frac{u^2}{2g} = 2.25 \cdot \lambda \frac{l}{d} \frac{u^2}{2g}$

$Q = \frac{\pi}{4} d^2 u$ $\therefore u = \frac{4Q}{\pi d^2}$
 \therefore 代入柏努利方程 $h_e = 2.25 \cdot \lambda \frac{l}{d} \frac{1}{2g} \left(\frac{4Q}{\pi d^2} \right)^2$
 $= \frac{18 \lambda l}{\pi g} Q^2$

若以设计流量 Q 为 $Q = \frac{\pi}{4} d^2 u$, 柏努利方程 $h_e = \frac{18 \lambda l}{\pi g} Q^2$ $(2.25 \cdot \lambda \frac{l}{d} \frac{u^2}{2g})$

第4页

5. 解: ① 由 $\begin{cases} y=0.8x+0.19 \\ y=1.5x-0.06 \end{cases}$

(5分)

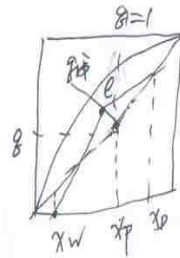
$\therefore \frac{R}{R+1} = 0.8 \quad \therefore R = 4$ 又 $\frac{x_D}{R+1} = 0.19 \quad \therefore x_D = 0.95$

又: 为直接蒸汽加热, 提馏段操作线与 x 轴交点即为 x_w , 即 $y=0$ 处

\therefore 由 $y=1.5x-0.06=0 \quad \therefore x_w = 0.04$

② 由辅助图: 求提馏段操作线交点

联立方程 $\begin{cases} y=0.8x+0.19 \\ y=1.5x-0.06 \end{cases} \Rightarrow$ 交点坐标 $\begin{cases} x_e = 0.357 \\ y_e = 0.476 \end{cases}$



又该线为 $y = \frac{q}{q-1}x - \frac{1}{q-1}x_B$

即其斜率为 $\frac{q}{q-1} = \frac{y_e - x_F}{x_e - x_F} = \frac{0.476 - 0.04}{0.357 - 0.04} = 1.767 \quad \therefore q = 0.639$

即 $0 < q < 1$, 故为汽液混合物进料。