

精馏装置的热量衡算

冷凝器：塔顶冷凝得到回流液和产品

再沸器：塔底供热产生回流蒸汽

冷凝器的热量衡算

对全凝器作热量衡算，若忽略热损失

$$Q_c = V(I_D - i_D) = (R + 1)D(I_D - i_D)$$

冷却介质消耗量

$$q_{mc} = \frac{Q_c}{C_p(t_2 - t_1)}$$

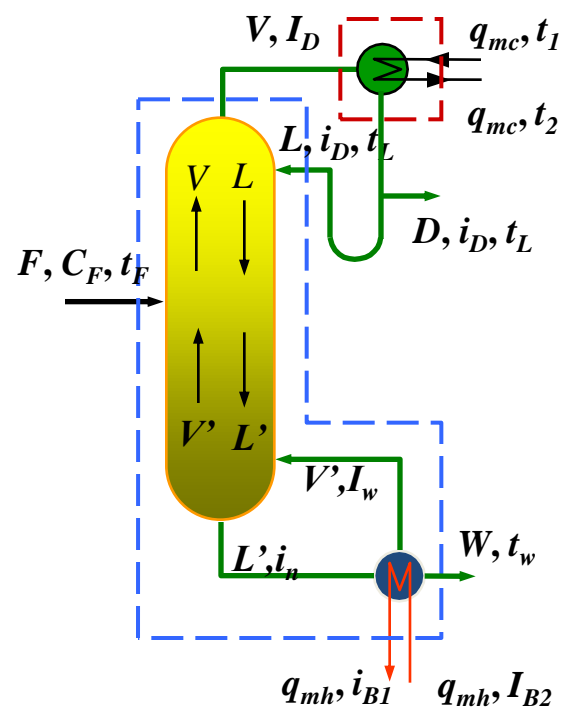
式中： Q_c —— 全凝器的热负荷，kJ/s；

I_D, i_D —— 塔顶上升蒸汽和馏出液的焓，kJ/kmol。

q_{mc} —— 冷却介质消耗量，kg/s；

C_c —— 冷却介质的比热，kJ/(kg·°C)；

$t_1、t_2$ —— 冷却介质进、出冷凝器的温度°C。



再沸器的热量衡算

若用饱和蒸汽加热且冷凝液于饱和温度下排出，则

$$I_{B1} - I_{B2} = r \quad \Rightarrow \quad q_{mh} = \frac{Q_B}{r}$$

r 为加热蒸汽的摩尔
汽化潜热，kJ/kmol

【例8-9】一常压连续精馏塔分离含苯0.44(摩尔分数,下同)的苯-甲苯混合液,要求塔顶产品含苯0.974以上,塔底产品含苯0.0235以下,饱和液体进料,回流比为3.5。若进料量为15000kg/h,加热蒸汽压力为245.2kPa(绝压)冷凝液在饱和温度下排出,冷却水进、出口温度分别为25℃和35℃,再沸器的热损失为 1.6×10^6 kJ/h,求冷凝器的冷却水量和再沸器的加热蒸汽用量。

(1) 冷凝器的热负荷与冷却水用量

由全塔物料衡算求馏出液量D,料液的平均相对分子量为:

$$M = 78 \times 0.44 + 92 \times 0.56 = 85.8$$

$$F = D + W = 15000 / 85.8 = 175 \text{ kmol/h}$$

$$175 \times 0.44 = 0.97D + 0.0235W$$

$$D = 76.7 \text{ kmol/h}$$

$$W = 98.3 \text{ kmol/h}$$

由于馏出液接近纯苯,设冷凝液在冷凝温度下排出,则 $(I_D - i_D)$ 即为苯的冷凝热,等于393.9 kJ/kg,所以冷凝器的热负荷为

$$Q_C = (R + 1)D(I_D - i_D) = (3.5 + 1) \times 76.7 \times 78 \times 393.9 = 1.06 \times 10^7 \text{ kJ/h}$$

故冷却水用量为

$$q_{mC} = \frac{Q_C}{c_P(t_2 - t_1)} = \frac{1.06 \times 10^7}{4.187 \times (35 - 25)} = 2.53 \times 10^5 \text{ kg/h}$$

(2) 再沸器的热负荷与加热蒸气用量

由于釜液几乎为纯甲苯，故 $(I_W - i_W)$ 可取纯甲苯的汽化潜热，等于 363 kJ/kg，同时

$$V' = V = (R + 1)D = 4.5 \times 76.7 = 345 \text{ kmol/h}$$

所以再沸器的热负荷为

$$Q_B = V' (I_W - i_W) + Q_L = 345 \times 363 \times 92 + 1.6 \times 10^6 = 1.312 \times 10^7 \text{ kJ/h}$$

查得 245.2 kPa (绝压) 下饱和蒸汽的冷凝热为 2187 kJ/kg

加热蒸气用量为

$$W_h = \frac{Q_B}{I_{B1} - I_{B2}} = \frac{1.312 \times 10^7}{2187} \approx 6000 \text{ kg/h}$$