

一、板式换热器水—液换热计算方法与步骤

(一) 工艺条件

热介质

进出口温度℃ Th1 Th2

流量 m³/h Qh

压力损失（允许值） MPa ΔPh

冷介质

进出口温度℃ Tc1 Tc2

流量 m³/h Qc

压力损失（允许值） MPa ΔPc

(二) 物性参数

物性温度 °C Th=(Th1+Th2)/2 Tc=(Tc1+Tc2)/2

介质重度 Kg/m³ γ_h γ_c

介质比热 KJ/kg·°C C_{ph} C_{pc}

导热系数 W/m·°C λ_h λ_c

运动粘度 m²/s ν_h ν_c

普朗特数 Pr_h Pr_c

(三) 平均对数温差（逆流）

$$\Delta T = ((Th1 - Tc2) - (Th2 - Tc1)) / \ln((Th1 - Tc2) / (Th2 - Tc1))$$

$$\text{或 } \Delta T = ((Th1 - Tc2) + (Th2 - Tc1)) / 2 \quad (\text{分子等于零})$$

(四) 计算换热量

$$Wq = Qh * \gamma_h * C_{ph} * (Th1 - Th2) = Qc * \gamma_c * C_{pc} * (Tc2 - Tc1) \quad W$$

(五) 设备选型

根据样本提供的型号结合流量定型号，主要依据于角孔流速。即：

$$W1 = 4 * Q / (3600 * \pi * D^2) \leq 3.5 \sim 4.5 \text{ m/s}$$

W1—角孔流速 m/s

Q —介质流量 m³/h

D —角孔直径 m

(六) 定型设备参数（样本提供）

单板换热面积 s m²

单通道横截面积 f m²

板片间距 l m

平均当量直径 de m (d≈2*1)

传热准则方程式 Nu=a*Re^b*Pr^m

压降准则方程式 Eu=x*Re^y

Nu—努塞尔数 Eu—欧拉数

a. b. x. y—板形有关参数、指数

Re—雷诺数

Pr—普朗特数

m —指数 热介质 m=0.3 冷介质 m=0.4

(七) 拟定板间流速初值 Wh 或 Wc

$$Wc = Wh * Qc / Qh \quad (\text{纯逆流时})$$

W 取 0.1~0.4m/s

(八) 计算雷诺数

$$Re=W*de/\nu$$

W — 计算流速 m/s

de—当量直径 m

ν — 运动粘度 m^2/s

(九) 计算努塞尔数

$$Nu=a*Re^b*Pr^m$$

(十) 计算放热系数

$$\alpha = Nu * \lambda / de$$

α — 放热系数 $W/m^2 \cdot ^\circ C$

λ — 导热系数 $W/m \cdot ^\circ C$

分别得出 α_h 、 α_c 热冷介质放热系数

(十一) 计算传热系数

$$K=1/(1/\alpha_h+1/\alpha_c+r_p+r_h+r_c) \quad W/m^2 \cdot ^\circ C$$

r_p —板片热阻 $0.0000438 (\delta=0.7mm) m^2 \cdot ^\circ C/W$

r_h —热介质污垢热阻 $0.0000172 \sim 0.0000258 m^2 \cdot ^\circ C/W$

r_c —冷介质污垢热阻 $0.0000258 \sim 0.0000602 m^2 \cdot ^\circ C/W$

(十二) 计算理论面积

$$F_m=Wq/(K*\Delta T)$$

(十三) 计算换热器单组程流道数

$$n=Q/(3600*f*W) \quad (\text{圆整为整数})$$

Q—流量 m^3/h

f—单通道横截面积 m^2

W—板间流速 m/s

(十四) 计算换热器程数

$$N=(F_m/s+1)/(2*n) \quad N \text{ 为} \geq 1 \text{ 的整数}$$

s—单板换热面积 m^2

(十五) 计算实际换热面积

$$F=(2*N*n-1)*s \quad (\text{纯逆流})$$

(十六) 计算欧拉数

$$Eu=x*Re^\gamma$$

(十七) 计算压力损失

$$\Delta P=Eu*\gamma*W^2*N*10^{-6} \text{ MPa}$$

γ — 介质重度 Kg/m^3

W—板间流速 m/s

N—换热器程数

二、板式换热器汽—液换热计算方法与步骤

(一) 计算换热量

$$Wq=Q_c \cdot \gamma_c \cdot C_{pc} \cdot (T_{c2}-T_{c1}) \quad W$$

(二) 平均对数温差

$$\Delta T = ((T_{z1}-T_{c1}) - (T_{z1}-T_{c2})) / \ln((T_{z1}-T_{c1}) / (T_{z1}-T_{c2}))$$

T_{z1} —蒸汽进口温度℃

(三) 计算蒸汽冷凝时的放热系数

$$a_n = 2.14 \left(\frac{4G_n}{\mu n \cdot B} \right)^{-1/3} \cdot \left(\frac{\mu n^2}{\lambda n^3 \cdot \beta n^2 \cdot g} \right)^{-1/3}$$

a_n — 冷凝水放热系数 $W/m^2 \cdot ^\circ C$

G_n — 冷凝水量 kg/s

λ_n — 凝结水的导热系数 $W/m \cdot ^\circ C$

μ_n — 凝结水的动力粘度 $Pa \cdot s$

ρ_n — 凝结水的密度 kg/m^3

B — 板宽 m

g — 重力加速度 m/s^2

(四) 计算传热系数

$$K = 1 / (1/a_n + 1/a_c + r_p + r_h + r_c) \quad W/m^2 \cdot ^\circ C$$

(五) 计算换热面积

$$F = Wq / (K \cdot \Delta T) \quad m^2$$

(六) 计算欧拉数

$$Euc = x \cdot Re^\gamma$$

(七) 计算压力损失

$$\Delta Pc = Euc \cdot \gamma_c \cdot Wc^2 \cdot 10^{-6} \quad MPa$$

三、板式换热器的污垢系数

液体的种类	污垢系数 ($m^2 \cdot ^\circ C/W$)
软水或蒸馏水	0.0000086
低硬度的工业用水	0.0000172
高硬度的工业用水	0.000043
处理过的冷却塔循环水	0.000034
海岸附近的海水	0.000043
大洋中海水	0.000026
润滑油	0.0000172—0.000043
植物油	0.0000172—0.000052
有机溶剂	0.0000086—0.000026
一般工艺流体	0.0000086—0.000052