

练习六

上册期终考试模拟

一、填空题

- 1、连续性假定认为流体是由大量质点组成的、彼此间没有间隙、完全充满所占空间的连续介质。
- 2、描述流体运动通常有拉格朗日法 和 欧拉法 两种考察方法。
- 3、流体在管内作层流流动，流量不变，仅增大一倍管径，则摩擦系数增大，直管阻力 减小。流体在直管内流动造成阻力损失的根本原因是流体的粘性，直管阻力损失体现在总势能降低。

4、转子流量计的特点是恒流速、恒压差、变截面。孔板流量计的特点是变流速、变压差、恒截面。皮托管测得的是点速度。

5、气缚现象发生的原因是泵内空气密度太小，避免气缚发生的方法有灌泵。

6、离心泵的安装高度太高，会产生汽蚀现象。离心泵用出口阀调节流量实质上是改变管路特性曲线，用改变转速来调节流量实质上是改变泵特性曲线。

7、离心泵常用出口阀调节流量，往复泵的流量调节使用旁路调节和改变曲柄转速和活塞行程。

8、离心通风机输送密度 $\rho = 1.2 \text{kg/m}^3$ 的空气时，流量为 $6000 \text{m}^3/\text{h}$ ，全风压为 $240 \text{mmH}_2\text{O}$ 。若用来输送密度 $\rho' = 1.4 \text{kg/m}^3$ 的流体，流量仍为 $6000 \text{m}^3/\text{h}$ ，全风压为 **280** mmH_2O

$$P'_T = P_T \frac{\rho'}{\rho} = 240 \times \frac{1.4}{1.2} = 280$$

9、为达到均匀混合，搅拌器应具备两个功能：一在釜内形成一个**循环流动**，二是希望产生**强剪切或湍动**。

10、加快过滤速率的途径有**改变滤饼结构**、**改变悬浮液中的颗粒聚集状态**、**动态过滤**。

11、流化床阶段，随空床气速增加，床层的空隙率 增大，床层压降 不变。（增大、减小、不变、不确定）

12、给热过程中，不凝性气体的存在会 使蒸汽冷凝给热系数大为降低，故为减少不凝性气体的不良影响，都设有 设有排放口，定期排放不凝性气体。

13、黑体是 吸收率等于1 的物体，灰体是 对各种波长辐射能均能同样吸收的理想 物体。

二

(1). 选择题 (此题5学分必做, 6学分不做)

1、用离心泵将河水输至水塔（液位恒定），管路情况一定，试问当河水水位升高时，泵的扬程 B，管路总阻力损失A。

- A、变大 B、变小 C、不变 D、不确定

2、过滤基本方程是基于 C 推导出来的。

- A、滤液在滤饼中的湍流流动 B、滤饼的可压缩性
C、滤液在滤饼中的层流流动 D、滤饼的比阻

3、流化的类型有 **B**。

- A、散式流化和均匀流化
- C、聚式流化和鼓泡流化

- B、聚式流化和散式流化
- D、浓相流化和稀相流化

4、在某套管式换热器中，用温度为T的饱和水蒸汽将冷空气从 t_1 加热至 t_2 则管壁温度为 **A**。

- A、 $t_w \approx T$
- C、 $t_w \approx t_2$

- B、 $t_w \approx t_1$
- D、 $t_w \approx 0.5(t_1 + t_2)$

(2) 蒸发 (此题6学分必做，5学分不做)

某单效蒸发器将某水溶液浓度从5%浓缩至20%（质量%），进料量为2000kg/h，沸点进料。冷凝器中二次蒸汽的冷凝温度为70°C，加热蒸汽的温度为110°C，蒸发器的传热面积为 60 m^2 ，蒸发传热数K为 $800\text{ W / m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ，忽略蒸发过程的热损失。试计算蒸发水量(kg/h)以及蒸发过程的总温度差损失和传热的有效温差。二次蒸汽的汽化潜热可取2331kJ/kg。

$$W = F \left(1 - \frac{w_0}{w}\right) = 2000 \left(1 - \frac{0.05}{0.2}\right) = 1500 \text{kg/h}$$

$$t^0 = 70^\circ\text{C} \quad T = 110^\circ\text{C}$$

$$Q = Dr_0 = Fc_0(t - t_0) + Wr \quad Dr_0 = Fc_0(t - t_0) + Wr_0$$

因为沸点进料 $Dr_0 = Fc_0(t - t_0) + Wr = Wr$

$$Dr_0 = Wr = 1500 \times 2331 / 3600 = 971.2 \text{kW}$$

热负荷: $Q = KA(T - t) = 800 \times 60 \times (110 - t) = Dr_0 = 971.2 \times 10^3$

$$t = 89.8^\circ\text{C}$$

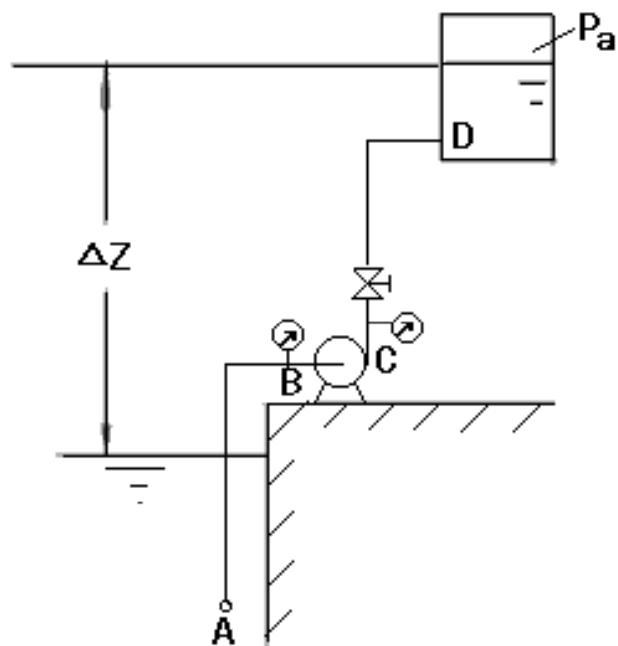
温差损失: $\Delta = t - t^0 = 89.8 - 70 = 19.8^\circ\text{C}$

有效温差为 $(T - t) = 110 - 89.8 = 20.2^\circ\text{C}$

三、流体输送机械

如图，用泵向某敞口容器供水，因冬季和夏季用水量不同，故冬季用单泵供水，夏季用两台相同的泵并联供水。已知 $\Delta Z = 8m$ ，泵的入口管和压出管直径均为50mm， $\lambda = 0.03$ ，吸入管 $L_1 = 10m$ ，压出管 $L_2 = 80m$ （均包括局部阻力），泵的特性曲线方程为 $He = 22 - 7.2 \times 10^5 q_v^2$ 。式中：He，m； q_v ， m^3/h 。试求：

- (1) 冬用水量为多少 m^3/s ？
- (2) 单个离心泵的有效功率为多少 W？
- (3) 夏季用水量为多少 m^3/h ？



\because 管径处处相同 \therefore 输送管路内流量处处相同

从水面到高位槽水面列管路特性方程

$$H = \Delta Z + \lambda \frac{8(l_1 + l_2)}{\pi^2 d^5 g} q_v^2$$
$$= 8 + 0.03 \times \frac{8 \times (10 + 80)}{\pi^2 \times 0.05^5 \times 9.81} q_v^2$$
$$= 8 + 7.15 \times 10^5 q_v^2$$

$\because H=He$

$$\therefore 8 + 7.15 \times 10^5 q_v^2 = 22 - 7.2 \times 10^5 q_v^2$$
$$q_v = 3.12 \times 10^{-3} m^3 / s = 11.24 m^3 / h$$

(2) $He = 22 - 7.2 \times 10^5 q_v^2 = 22 - 7.2 \times 10^5 \times (3.12 \times 10^{-3})^2 = 15m$

$$Pe = \rho g q_v He = 1000 \times 9.81 \times 3.12 \times 10^{-3} \times 15 = 459.1 W$$

(3) 两台泵并联时的特性曲线为 $He' = 22 - 7.2 \times 10^5 \left(\frac{q_v}{2} \right)^2$

$$8 + 7.15 \times 10^5 q_v^2 = 22 - 7.2 \times 10^5 \left(\frac{q_v}{2} \right)^2$$
$$q_v = 3.96 \times 10^{-3} m^3 / s = 14.24 m^3 / h$$

四、过滤

用某板框压滤机在恒压下过滤某悬浮液。已知过滤常数 $K = 6 \times 10^{-5} m^2 / s$ $q_e = 0$ 。现要求每一操作周期的过时间为 50 分钟，所得滤液量为 A ，洗涤水量为滤液体积的 $1/10$ ，洗涤操作压强与过滤时相同，滤液黏度与水相同，装卸时间为 10 分钟，已知滤饼不可压缩，试求：

- (1) 需要多大的过滤面积 m^2 ？
- (2) 洗涤时间 τ_w ？
- (3) 生产能力 Q 为多少？

(1) ∵ 恒压过滤 $q^2 + 2qq_e = K\tau$ $q_e = 0$

$$q = \sqrt{K\tau} = \sqrt{6 \times 10^{-5} \times 50 \times 60} = 0.424 m^3 / m^2$$

过滤面积 $A = \frac{V}{q} = \frac{4}{0.424} = 9.43 m^2$

$$(2) \left(\frac{dq}{d\tau} \right)_w = \frac{\Delta \mathcal{P}}{2r\mu\phi(q + q_e)} = \frac{K}{4q} = \frac{6 \times 10^{-5}}{4 \times 0.424} = 3.538 \times 10^{-5} m/s$$

洗涤面积为过滤面积的一半

$$\therefore q_w = \frac{V_w}{A/2} = \frac{0.4}{9.43/2} = 0.0848 m^3 / m^2$$

洗涤所用的时间为 $\tau_w = \frac{q_w}{\left(\frac{dq}{d\tau} \right)_w} = \frac{0.0848}{3.538 \times 10^{-5}} = 2396 s \approx 40 \text{ min}$

$$\text{或 } \tau_w = \frac{8VV_w}{KA^2} = \frac{8 \times 4 \times 0.4}{6 \times 10^{-5} \times 9.43^2} = 2399 s = 40 \text{ min}$$

(3) 生产能力 $Q = \frac{V}{\tau + \tau_w + \tau_D} = \frac{4}{50 + 40 + 10} = 0.04 m^3 / \text{min}$

五、沉降

某降尘室每层底面积 10 m^2 ，内均匀设置5层板，现用该降尘室净化质量流量为 600 kg/h 的含尘空气。进入降尘的空气温度为 150°C 。已知 150°C 时，空气的密度为 0.836 kg/m^3 粘度为 $\mu = 2.41 \times 10^{-5}\text{ Pa.s}$ 。问

- (1) 可100%除去的最小颗粒直径为多少？
- (2) 为保证100%除去最小颗粒直径达 $6.08\mu\text{m}$ ，空气的质量流量为多少 kg/h ？

① 如将含尘颗粒加热，则空气的流量为

$$q_v = \frac{q_m}{\rho} = \frac{600}{0.836 \times 3600} = 0.199 m^3 / s$$

降尘室的总面积为 $A = (n+1) \cdot a \cdot b = (4+1) \times 5 \times 2 = 50 m^2$

可100%除去的颗粒的沉降速度

$$u_t = \frac{q_v}{A} = \frac{0.199}{50} = 0.00399 m / s$$

设颗粒沉降处于Stocks区

$$d_{p\min} = \sqrt{\frac{18\mu u_t}{(\rho_p - \rho)g}} = \sqrt{\frac{18 \times 2.41 \times 10^{-5} \times 0.00399}{(2500 - 0.836) \times 9.81}} = 8.40 \times 10^{-6} m = 8.40 \mu m$$

验证：

$$Re = \frac{d_{p\min} u_t \rho}{\mu} = \frac{8.40 \times 10^{-6} \times 0.00399 \times 0.836}{2.41 \times 10^{-5}} = 0.00116 < 2$$

计算有效

为保证100%除去的最小颗粒直径达

$$d_{p\min} = 6.08 \times 10^{-6} m = 6.08 \mu m$$

则沉降速度为

$$u_t = \frac{d_{p\min}^2 (\rho_p - \rho) g}{18 \mu} = \frac{(6.08 \times 10^{-6})^2 \times (2500 - 0.836) \times 9.81}{18 \times 2.41 \times 10^{-5}} = 0.00209 m/s$$

处理量为

$$q_v = u_t \times A = 0.00209 \times 50 = 0.104 m^3/s$$

$$q_m = q_v \rho = 0.104 \times 0.836 = 0.0869 kg/s = 313 kg/h$$

六、传热

在一传热面积为 50m^2 的再沸器中，用 95°C 的热水加热某有机液体，使之沸腾产生一定量的蒸汽，液体的沸点为 45°C 。已知热水在管程的流速为 0.5m/s （总流量为 $1.26 \times 10^5 \text{kg/h}$ ），出口水温为 75°C ，再沸器中列管的内径为 20mm 。试求：

- (1) 该再沸器在上述条件下的传热量Q和传热系数K
- (2) 热水侧的传热膜系数 α_1 和沸腾侧的热膜系数 α_2 各为多少？

假定热水的物性与沸腾侧的传热膜系数可视不变。热水的物性为： $\rho = 970\text{kg/m}^3$ ； $\mu = 0.335\text{mPa.s}$ ； $C_p = 4.2\text{kJ/kg.K}$ ； $\lambda = 0.677\text{W/m.K}$ ，管壁两侧的污垢热阻各取为 $0.1 \times 10^{-3} \text{m}^2.\text{K/W}$ 管壁热可忽略不计。

(1)

$$Q = KA\Delta t_m = q_{m1}c_{p1}(T_1 - T_2)$$

$$Q = q_{m1}c_{p1}(T_1 - T_2) = \frac{1.26 \times 10^5}{3600} \times 4.2 \times (95 - 75) = 2940 \text{ kW}$$

$$\Delta t_m = \frac{(T_1 - t) - (T_2 - t)}{\ln \frac{T_1 - t}{T_2 - t}} = \frac{(95 - 45) - (75 - 45)}{\ln \frac{95 - 45}{75 - 45}} = 39.15^\circ C$$

$$K = \frac{Q}{A\Delta t_m} = \frac{2940 \times 1000}{50 \times 39.15} = 1502 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

(2) 热水被冷却 $b=0.3$ $\alpha_1 = 0.023 \frac{\lambda}{d} \text{Re}^{0.8} \text{Pr}^{0.3}$

$$\text{Re} = \frac{du\rho}{\mu} = \frac{0.02 \times 0.5 \times 970}{0.335 \times 10^{-3}} = 28955 > 10^4$$

$$\text{Pr} = \frac{C_p \mu}{\lambda} = \frac{4.2 \times 10^3 \times 0.335 \times 10^{-3}}{0.677} = 2.08$$

$$\alpha_1 = 0.023 \frac{\lambda}{d} \text{Re}^{0.8} \text{Pr}^{0.3}$$

$$= 0.023 \times \frac{0.677}{0.02} \times 28955^{0.8} \times 2.08^{0.3} = 3599 W/m^2.K$$

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + R_1 + R_2 + \frac{1}{\alpha_2}$$

$$\frac{1}{1502} = \frac{1}{3599} + 0.1 \times 10^{-3} + 0.1 \times 10^{-3} + \frac{1}{\alpha_2}$$

$$\alpha_2 = 5319 W/m^2.K$$