

化学工学

【問1】 内径 50.0 cm の円管内を 15.0℃の空気が $1.00 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ で流れている。空気は窒素 79.0 vol%, 酸素 21.0 vol%の理想気体として、管断面平均流速とレイノルズ数をそれぞれ求めよ。それらの導出過程も記せ。ただし、円管内の空気は大気圧であり、圧力損失は無視できる。なお、窒素の分子量は $28.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、酸素の分子量は $32.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ であり、空気の粘度は $18.0 \text{ } \mu\text{Pa} \cdot \text{s}$ とする。

【問2】 二重管型熱交換器に関する次の文を読んで、ア ～ ク に当てはまる適切な語句や数値を答えよ。ただし、有効数字は3桁とせよ。数値については導出過程も記せ。

高温流体と低温流体の流れの方向により、ア 型と イ 型に大別できる。ア 型では低温流体の流出温度を高温流体の流出温度よりも高い温度にすることはできないが、イ 型を用いると、低温流体の流出温度を高温流体の流入温度近くまで上昇させることができる。

80.0℃の温水を用いて、15.0℃の空気を 55.0℃まで加熱するための熱交換器を考える。空気流量を $0.500 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ とするとき、空気の比熱 $1.00 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ を用いると、空気の加熱に必要な熱量は、ウ kW になる。温水の流出温度が 65.0℃であるとき、イ 型の熱交換器では、熱交換器両端における温水と空気の温度差は、それぞれ エ K および オ K（温度差の記載順は問わない）になる。熱交換器内での高温流体と低温流体との間の平均的な温度差 ΔT_m には、通常、カ が用いられるが、この熱交換器では、 ΔT_m は キ K となるため、総括伝熱係数（熱通過率）を $25.0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ とすれば、熱交換に必要な伝熱面積は ク m^2 である。その際、熱交換器からの熱損失は無視できるものとする。

【問3】熱風乾燥装置に関する次の文を読んで、ケ ～ タ に当てはまる適切な文字式を答えよ。

図に示す空気加熱器と乾燥機からなる熱風乾燥装置における物質収支および熱収支と熱効率を考える。図中の G , H , T , M , ϕ はそれぞれ熱風流量, 絶対湿度, 空気の温度, 被乾燥材料中の乾量重量の供給速度, 乾量基準の含水率であり, 添字 0, 1, 2 は熱風乾燥装置内の各位置を表す。設問中の Q_t は加熱器において空気に与えられる熱量を, Q_e は被乾燥材料の水分蒸発に必要な熱量を, Q_s は乾燥機出口において所定の含水率を達成するための材料温度まで加熱するのに必要な熱量を, Q_L は乾燥機における損失熱量を意味する。なお, 湿り比熱を c とし, 熱風乾燥装置内では一定とする。

- 1) Q_t は ケ で表される。
- 2) 乾燥機で空気が単位時間で得る水分の量を H を用いて表すと, コ である。
- 3) 設問2) の水分の量を ϕ を用いて表すと, サ である。
- 4) Q_e は, 水分の蒸発潜熱を L とし, ϕ を用いて表すと, シ である。
- 5) 熱風が乾燥機で失う熱量は, 空気温度の変化から ス である。
- 6) 乾燥機で消費される熱量は, Q_e , Q_s および Q_L を用いて表すと, セ である。
- 7) 加熱器で空気に与えられる熱量のうち, 乾燥に用いられる割合を熱効率 η と定義する。この熱効率を本問題で定義された熱量で表すと, ソ である。
- 8) 熱損失が発生しない場合の熱効率を $\eta_{\max}$ とする。 $\eta_{\max}$ を各位置の空気の温度を用いて表すと, タ となる。

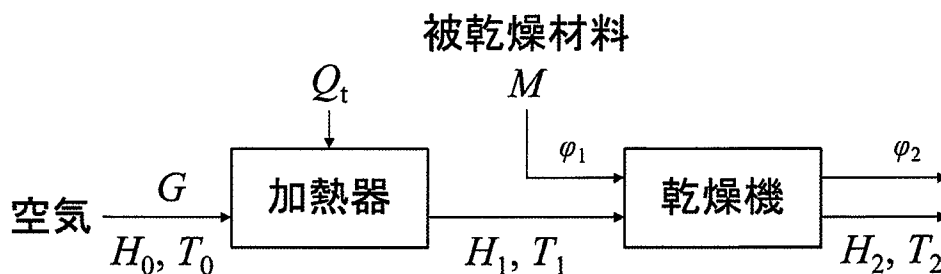


図 熱風乾燥装置のフロー