

## PRZENOSZENIE CIEPŁA

### Zestaw 5

1. Chłodnica oleju jest wykonana jako współprądowy wymiennik ciepła. Strumień oleju wynosi  $m_1 = 10 \text{ kg/s}$ , jego średnie ciepło właściwe  $c_1 = 3 \text{ kJ/(kg K)}$ , temperatura początkowa  $T_{1p} = 413 \text{ K}$ , końcowa  $T_{1k} = 323 \text{ K}$ . Woda chłodząca podgrzewa się od  $T_{2p} = 293 \text{ K}$  do  $T_{2k} = 303 \text{ K}$ . Współczynnik przenikania ciepła  $k = 400 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ , straty ciepła do otoczenia można pominąć. Obliczyć strumień ciepła  $Q$  przekazany w wymienniku, strumień masy wody chłodzącej  $m_2$  i powierzchnię przekazywania ciepła  $A$ . Obliczyć to samo dla wymiennika przeciwprądowego.  
**Odp:  $Q = 2700 \text{ kW}$ ,  $m_2 = 64,4 \text{ kg/s}$ ,  $A_w = 121 \text{ m}^2$ ,  $A_p = 110 \text{ m}^2$ .**
2. Do przeciwprądowego podgrzewacza wody o powierzchni przekazywania ciepła  $A = 3 \text{ m}^2$  dopływa woda gorąca o temperaturze  $T_{1p} = 363 \text{ K}$  i woda podgrzewana o temperaturze  $T_{2p} = 293 \text{ K}$ . Strumienie wody wynoszą:  $m_1 = 0,7 \text{ kg/s}$ ,  $m_2 = 0,5 \text{ kg/s}$ . Obliczyć końcowe temperatury wody  $T_{1k}$  i  $T_{2k}$  oraz wydajność cieplną  $Q$  wymiennika, jeżeli współczynnik przenikania ciepła  $k = 1200 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ , a średnie ciepło właściwe wody  $c_w = 4,2 \text{ kJ/(kg K)}$ .  
**Odp:  $T_{1k} = 328,6 \text{ K}$ ,  $T_{2k} = 341,2 \text{ K}$ ,  $Q = 101,14 \text{ kW}$ .**
3. Wymiennik ciepła, z przeponą z blachy stalowej /  $\lambda = 50 \text{ W/(m K)}$  / o grubości  $\delta = 2 \text{ mm}$  i powierzchni przekazywania ciepła  $A = 100 \text{ m}^2$  ma być użyty do podgrzewania strumienia powietrza, dla którego pojemność cieplna  $W_2 = 2 \text{ kW/K}$  przez spaliny o  $W_1 = 3 \text{ kW/K}$ . Współczynniki przejmowania ciepła  $\alpha_1 = 70 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$  od strony spalin oraz  $\alpha_2 = 50 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$  od strony powietrza, temperatury początkowe  $T_{1p} = 873 \text{ K}$  / spaliny / ,  $T_{2p} = 283 \text{ K}$  / powietrze /. Pomijając straty ciepła do otoczenia, obliczyć wydajność cieplną wymiennika  $Q$  oraz temperatury końcowe gazów  $T_{1k}$ ,  $T_{2k}$  dla układu współprądowego. Obliczenia powtórzyć dla przeciwprądu i wyznaczyć stosunek wydajności cieplnych  $Q_p/Q_w$ .  
**Odp:  $Q_w = 646,987 \text{ kW}$ ,  $T_{1k} = 657,33 \text{ K}$ ,  $T_{2k} = 604,82 \text{ K}$ ,  $Q_p = 763,688 \text{ kW}$ ,  $T_{1k}' = 614,08 \text{ K}$ ,  $T_{2k}' = 669,45 \text{ K}$ ,  $Q_p/Q_w = 1,18$ .**
4. Przegrzewacz pary wykonano z rur ze stali stopowej /  $\lambda = 20 \text{ W/(m K)}$  / o średnicach  $d_w/d_z = 30/34 \text{ mm}$  w układzie przeciwprądowym. Do przegrzewacza dopływa para z prędkością  $w_2 = 14 \text{ m/s}$  o parametrach początkowych  $p_2 = 12 \text{ MPa}$ ,  $T_{2p} = 773 \text{ K}$ . Strumień masy pary  $m_2 = 60 \text{ kg/s}$ , temperatura pary na wylocie z wymiennika  $T_{2k} = 813 \text{ K}$ . Spaliny ochładzają się od temperatury  $T_{1p} = 1223 \text{ K}$  do  $T_{1k} = 1153 \text{ K}$ . Współczynniki przejmowania ciepła  $\alpha_1 = 50 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ ,  $\alpha_2 = 2188 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ . Obliczyć wydajność cieplną wymiennika  $Q$ , liczbę rur  $n$ , łączną ich długość  $L$ , długość pojedynczej rurki  $L_1$  i całkowitą powierzchnię przekazywania ciepła  $A$ .  
**Odp:  $Q = 6,24 \text{ MW}$ ,  $n = 163 \text{ szt}$ ,  $L = 3097 \text{ m}$ ,  $L_1 = 19 \text{ m}$ ,  $A = 330,7 \text{ m}^2$ .**
5. Obliczyć sumaryczne zapotrzebowanie rur stalowych o średnicach  $d_w/d_z = 52/60 \text{ mm}$  /  $\lambda = 50 \text{ W/(m K)}$  / potrzebnych do zbudowania wymiennika ciepła o wydajności  $Q = 150 \text{ kW}$ , w którym olej jest chłodzony wodą. Temperatura wody na dopływie  $T_{2p} = 293 \text{ K}$ , na wypływie  $T_{2k} = 303 \text{ K}$ . Olej należy schłodzić od temperatury  $T_{1p} = 353 \text{ K}$  do  $T_{1k} = 313 \text{ K}$ . Współczynniki przejmowania ciepła wynoszą  $\alpha_1 = 300 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$  / dla oleju/,  $\alpha_2 = 4000 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$  / dla wody /. Woda płynie wewnątrz rury. Obliczenia przeprowadzić dla układu prądów: współprądowego, przeciwprądowego i krzyżowego.  
**Odp:  $L_w = 105,3 \text{ m}$ ,  $L_p = 90,2 \text{ m}$ ,  $L_k = 93 \text{ m}$ .**