

## Przenoszenie ciepła

### Lista nr 7

#### PODSTAWOWE PRAWA I WZORY

#### ZADANIA

1. (1 punkt) Poziomy rurociąg o średnicy zewnętrznej  $d_z = 40$  mm jest omywany przez powietrze o temperaturze  $T_{ot} = 293$  K. Obliczyć współczynnik przejmowania ciepła  $\alpha$ , jeżeli temperatura ścianki rurociągu  $T_w = 333$  K oraz: a) powietrze jest spokojne, b) pod kątem  $50^\circ$  do osi rurociągu wieje wiatr z prędkością  $w = 5$  m/s. **Odp.: a)  $\alpha_1 = 7,83$  W/(m<sup>2</sup> K), b)  $\alpha_2 = 37,4$  W/(m<sup>2</sup> K).**

2. (1 punkt) Długim kanałem o przekroju prostokątnym o bokach  $a = 0,5$  m,  $b = 0,6$  m płynie powietrze o temperaturze  $T_p = 523$  K ze średnią prędkością  $w = 20$  m/s. Temperatura ścian kanału wynosi  $T_w = 473$  K. Obliczyć konwekcyjny współczynnik wnikania ciepła  $\alpha$  i gęstość strumienia strat ciepła  $q_{str}$  do otoczenia. **Odp.:  $\alpha = 31,5$  W/(m<sup>2</sup> K),  $q_{str} = 2,7$  kW/m.**

3. (1,5 punktu) Określić współczynnik przejmowania ciepła  $\alpha$  od ścianki rury, o średnicy wewnętrznej  $d_w = 25$  mm, do wody chłodzącej w kondensatorze turbiny parowej, jeżeli średnia temperatura ścianki wzdłuż rury wynosi  $T_w = 313$  K. Temperatura wody na wlocie  $T_1 = 288$  K, na wylocie  $T_2 = 298$  K, średnia prędkość wody  $w = 3$  m/s. Obliczyć również strumień ciepła  $Q$  pobranego przez wodę i długość rury  $L$ . **Odp.:  $\alpha = 9457$  W/m<sup>2</sup> K,  $Q = 61,5$  kW,  $L = 4,14$  m.**

4. (1,5 punktu) Wyznaczyć wielkość współczynnika przejmowania ciepła  $\alpha$  i strumień przekazanego ciepła  $Q$  przy przepływie wody poziomą rurą o średnicy wewnętrznej  $d_w = 10$  mm i długości  $L = 1,2$  m, jeżeli średnia na długości rury temperatura wody  $T_m = 303$  K. Średnia temperatura ścianki  $T_w = 333$  K, strumień masy wody wynosi  $m_w = 7 \cdot 10^{-3}$  kg/s. **Odp.:  $\alpha = 449,3$  W/(m<sup>2</sup> K),  $Q = 508,14$  W.**

5. (1,5 punktu) Długim kanałem o przekroju trójkątnym (trójkąt równoboczny o boku  $a = 0,4$  m) przepływa powietrze z prędkością  $w = 25$  m/s o średniej temperaturze  $t_1 = 200^\circ\text{C}$  i ciśnieniu  $p_1 = 100$  kPa. Obliczyć konwekcyjny współczynnik wnikania ciepła oraz spadek temperatury powietrza i stratę ciepła na odcinku kanału o długości  $L = 30$  m, jeżeli temperatura powierzchni ścian kanału wynosi  $t_w = 190^\circ\text{C}$ .

6. (1 punkt) Obliczyć współczynnik wnikania ciepła  $\alpha$  dla wody ogrzewanej w wymienniku ciepła składającym się z rur o średnicy wewnętrznej  $d_w = 35$  mm. Woda płynie wewnątrz rur z prędkością  $w = 1$  m/s i ogrzewa się od  $t_1 = 15^\circ\text{C}$  do  $t_2 = 80^\circ\text{C}$ . Średnia temperatura ściany  $t_w = 82^\circ\text{C}$ . **Odp.: 5150 W/(m<sup>2</sup> K).**

7. (1,5 punktu) Obliczyć średnią wartość współczynnika wnikania ciepła dla ośmiorzędowego, szeregowego pęczka rur o średnicy zewnętrznej  $d_z = 22$  mm. Średnia temperatura wody  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , średnia temperatura zewnętrznej powierzchni rurki  $t_w = 25^\circ\text{C}$ , prędkość wody w największym przekroju strumienia  $w = 0,5$  m/s. **Odp.: 4830 W/(m<sup>2</sup> K).**

8. (2 punkty) W fabryce, powietrze zanim wpłynie do pieca jest przegrzewane wodą geotermalną o temperaturze  $120^\circ\text{C}$ , która przepływa przez pęczek rur umieszczony w kanale. Powietrze o temperaturze  $20^\circ\text{C}$  i ciśnieniu  $p = 0,1$  MPa wpływa do kanału ze średnią prędkością  $w = 4,5$  m/s, i napływa na rurki pod kątem prostym. Średnica zewnętrzna rurek wynosi  $1,5$  cm, a rurki rozmieszczone są w układzie szeregowym w sześciu rzędach. W każdym rzędzie znajduje się 10 rurek. Podziałki wzdłużna i poprzeczna wynoszą odpowiednio  $s_1 = s_2 = 5$  cm. Założyć, że temperatura ścianek rur jest równa temperaturze wody geotermalnej. Oblicz strumień ciepła przypadający na jednostkę długości rurki. **Odp.: 24,9 kW/m.**

**9. (2 punkty)** Do prostej rury o średnicy 0,05 m i długości 3 m wpływa z prędkością 16 m/s powietrze o temperaturze 20 °C. Obliczyć temperaturę powietrza na wylocie z rury zakładając, że temperatura ścianki rury jest stała i równa 100 °C. **Odp.:  $t_2 = 59,8$  °C.**

**10. (2 punkty)** Dach wagonu pociągu o szerokości 2,8 m i długości 8 m porusza się z prędkością 70 km/h. Na dach pada strumień ciepła od promieniowania słonecznego  $q = 200$  W/m<sup>2</sup>, a temperatura otaczającego powietrza wynosi 30 °C. Zakładając, że dach jest idealnie izolowany cieplnie oraz strumień ciepła oddawany z jego powierzchni przez radiację jest znikomy w porównaniu ze strumieniem konwekcyjnym, obliczyć temperaturę na powierzchni dachu. **Odp.: 35,1 °C. (Podpowiedź: oblicz liczbę Reynoldsa i skorzystaj z odpowiedniej korelacji na liczbę Nusselta dla opływu płaskiej płyty).**