Prenos toplote

Naloga 1: Sestavljena ravna stena

Hladilnica ima opečni zid debeline 38 cm s toplotno prevodnostjo $\lambda_1 = 0{,}87\ W/mK$. Ta zid je z notranje strani obložen s 15 cm debelim slojem plute, prevodnosti $\lambda_2 = 0{,}05\ W/mK$. Pluta je obdana s 5 cm betona s prevodnostjo $\lambda_3 = 1{,}2\ W/mK$. Temperatura okoliškega zraka je *27 °C*, temperatura zraka v hladilnici pa *-3 °C*. Toplotna prestopnost na zunanji strani je $\alpha_o = 23{,}2\ W/m^2K$, na notranji strani pa $\alpha_i = 9{,}3\ W/m^2K$. Določite toplotne izgube na enoto površine zidu ter padec temperature v izolacijskem sloju. Skicirajte potek temperatur. Za kolikokrat bi se povečale toplotne izgube, če ne bi bilo niti izolacije, niti betona?

Rešitev:

Toplotne izgube

$$\dot{q}_{izg} = \frac{(T_{\infty o} - T_{\infty i})}{\frac{1}{\alpha_o} + \frac{L_1}{\lambda_1} + \frac{L_2}{\lambda_2} + \frac{L_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_i}}$$

Padec temperature v izolacijskem sloju

$$T_{S2} - T_{S3} = \frac{\dot{q}_{izg} L_2}{\lambda_2}$$

Toplotne izgube brez izolacije in betona

$$\dot{q}_{izg} = \frac{(T_{\infty o} - T_{\infty i})}{\frac{1}{\alpha_o} + \frac{L_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_i}}$$

Naloga 2: Ravna stena z notranjo generacijo

Stena je sestavljena iz 3 delov debelin L_A= *3 cm*, L_B= *6 cm in* L_C= *2 cm*. Njihove toplotne prevodnosti so $\lambda_A = 25\ W/mK$, $\lambda_B = 15\ W/mK$ in$\lambda_C = 50\ W/mK$. Stena se z obeh strani hladi z zrakom pri temperaturi T_∞= 25 *°C* in toplotno prestopnostjo $\alpha = 1000\ W/m^2K$. V srednji steni *B* je konstantna volumska generacija toplote $\dot{Q}_V = 4 \cdot 10^6 W/m^3$. Določite temperaturi T_1 in T_2 na obeh površinah srednje stene *B* ter gostoti toplotnega toka skozi steni *A* in *C.*

Rešitev:

$$\mathrm{T}_1 = -2\dot{Q}_V L_B R_A + T_2 \frac{R_A}{R_C} - T_\infty \frac{R_A}{R_C} - T_\infty$$

$$T_2 = \frac{\dot{Q}_V(L_B + R_A) + \frac{T_\infty}{2L_B}\left(\frac{R_A}{R_C} + 1\right)}{\left(\frac{1}{R_C} - \frac{1}{2L_B} + \frac{R_A}{R_{C2}2\lambda_B}\right)}$$

$$R_A = \frac{1}{\alpha} + \frac{L_A}{\lambda_A}$$

$$R_C = \frac{L_C}{\lambda_C} + \frac{1}{\alpha}$$

$$\dot{q}_A = \frac{T_\infty - T_1}{R_A}$$

$$\dot{q}_C = \frac{T_2 - T_\infty}{R_C}$$

Naloga 3: Parna cev

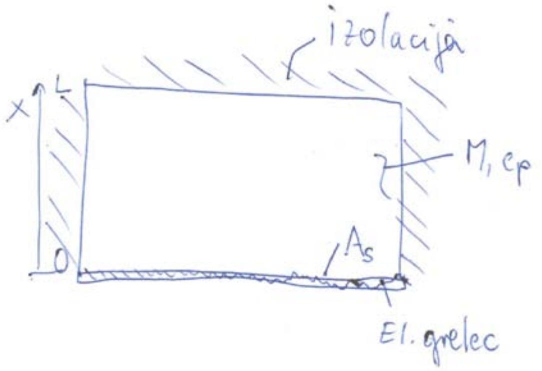
Parna cev premera 12 cm je izolirana z 2 cm debelo plastjo izolacije s toplotno prevodnostjo $\lambda = 0{,}09\ W/mK$. Določite toplotne izgube na enoto dolžine cevi, če sta notranja in zunanja temperatura izolacijske plasti 800 *K* in 490 *K*.

Rešitev:

$$\frac{\dot{Q}}{L} = -\lambda 2\pi \frac{(T_1 - T_2)}{\ln\frac{R_1}{R_2}}$$

Naloga 4: Nestacionarni prenos toplote

Električni grelnik generira proizvaja konstantni toplotni tok $\dot{q}_o$ na površini *x=0.* Mejna površina pri *x=L* in na drugih dveh straneh je idealno izolirana.



1.) Napišite diferencialno enačbo in definiraj robne in začetne pogoje, ki jih uporabimo za določitev temperaturne funkcije po kraju in času v sistemu.
2.) Na *T-x* diagramu skicirajte temperaturno porazdelitev za začetni pogoj $t \leq 0$ in za različne čase po vključitvi grelnika. AlI je stacionarno stanje možno?
3.) Skcirajte potek gostote toplotnega toka $\dot{q}(x,t)$ na mestih *x=0, x=L/2* in*x=L* v odvisnosti od časa.
4.) Po času t_e grelnik izklopimo in predpostavimo idealno izolacijo sistema. Izvedite enačbo za stacionarno temperaturo *T* v odvisnosti od $\dot{q}_o$, *T* in T_i.