

1 Transport ciepła w ścianie

Zadanie polega na napisaniu programu, który pozwoli na symulację transportu ciepła w ścianie grzejącego się obiektu - pieca, silnika, reaktora itp. Warunki są następujące:

1. Zakładamy skończony układ jednowymiarowy - na jednym końcu znajduje się termostat o znanej temperaturze T_0 , a na drugim - powietrze.
2. Ściana złożona jest z N warstw o znanych grubościach, oraz znanych pojemnościach i przewodnościach cieplnych - podanych w osobnym pliku tekstowym.
3. Plik tekstowy powinien stosować format oddzielający wartości białymi znakami, przechowujący w każdym wierszu dane jednej warstwy (grubość, pojemność cieplną i przewodnictwo cieplne), a w kolejnych wierszach - kolejne warstwy.
4. Układ warstw należy zamodelować metodą różnic skończonych - każdą warstwę przedstawić w postaci skończonej liczby komórek jednakowej grubości pomiędzy którymi będzie przepływać ciepło. Należy pobrać od użytkownika liczbę M - liczbę komórek w modelu, a następnie podzielić je tak, żeby możliwie dobrze odwzorowały grubości warstw. Np. przy trzech warstwach o grubościach 3.2 cm, 3.4 cm, oraz 4.4 cm i $M = 10$, odpowiedni podział komórek to: 3,3,4 - zaokrąglamy proporcje do całkowitych liczb komórek.
5. Przy podziale na warstwy każdej komórce należy jednoznacznie przypisać odpowiednie parametry pojemności i przewodności cieplnej (przechowywane np. w postaci M -elementowej listy dla każdej komórki, bądź N -elementowej listy dla każdej warstwy).
6. Przyjmij, że wydajność odprowadzania ciepła z zewnętrznej komórki do powietrza wynosi $h = 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$, a odpływ ciepła jest równy

$$\dot{Q}_{\text{air}} = h(T_N - T_{\text{air}}) \quad (1)$$

7. Jaka będzie temperatura zewnętrzna ściany?
8. Wartości N , M , T_0 , T_{air} , oraz nazwę pliku z danymi warstw wczytaj od użytkownika - albo poprzez wczytanie z klawiatury w programie, albo jako parametry wywołania, albo jako informacje zapisane w osobnym pliku TXT.
9. Druga część: Przyjmij że wewnątrz jednej z warstw, w komórce v znajdują się równo rozmieszczone wąskie rurki z wodą. Są one na tyle małe, że warstwa ma niezmiennione przewodnictwo i pojemność cieplną. Pojawia się wtedy dodatkowy element: odpływ części ciepła z komórki v .

10. Jeśli przyjmiemy, że rurki są wystarczająco cienkie i wystarczająco gęsto ułożone (np. w spiralę lub "wężykiem"), to można w uproszczeniu założyć, że przepływająca woda całkowicie ogrzeje się do temperatury ściany w danej warstwie - a więc ilość odprowadzanego ciepła zależy jedynie od ilości przepływającej wody i różnicy temperatur wody i ściany w komórce v .
11. Wówczas odpływ ciepła z komórki jest równy:

$$\dot{Q}_w = \rho \dot{V} c_p (T_v - T_w) \quad (2)$$

gdzie: $\rho \approx 1000 \text{ kg/m}^3$ - gęstość wody, $\dot{V}$ - szybkość przepływu wody mierzona w m^3/s , $c_p \approx 4180 \text{ J/(kg K)}$, T_v - temperatura komórki v , T_w - temperatura wody.

12. Wartości $\dot{V}$, T_w , oraz numer komórki v - lub też odległość tej komórki od powierzchni ściany potrzebną do obliczenia v - podaje użytkownik. Dołącz je do innych parametrów wczytywanych przez program.
13. Narysuj wykres temperatury w przekroju ściany.
14. Podaj temperaturę zewnętrzną ściany T_N , oraz ilość ciepła odprowadzaną przez wodę (w J/s).

Materiał	$\lambda \text{ [W/(m K)]}$	$\rho \text{ [kg/m}^3\text{]}$	$c_p \text{ [J/(kg K)]}$	$\rho c_p \text{ [MJ/(m}^3 \text{ K)]}$
Beton	1.7	2300	900	2.07
Cegła	0.7	1700	850	1.445
Gips	0.4	1100	1000	1.1
Styropian	0.035	20	1350	0.027
Azbest-cement	0.35	1800	850	1.53

Tabela 1: Typowe właściwości termiczne przykładowych materiałów budowlanych.