

ОН-ЛАЙН МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ В БАГАТОШАРОВИХ КОНСТРУКЦІЯХ

Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА), Краматорськ, Україна

Анотація

Створено інтернет-ресурс моделювання теплових процесів в шаруватих структурах. Може бути корисним в навчанні.

Ключові слова: математична фізика, моделювання, метод сіток, теплопровідність, шаровані структури.

Abstract

An Internet resource for modeling heat processes in layered structures was created. May be useful in learning.

Keywords: mathematical physics, simulation, numerical method, thermal conductivity, layered structures.

Вступ

Розглядається одновимірне рівняння теплопровідності

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

на інтервалі $[0; l]$ з кусково-сталим коефіцієнтом температуропровідності середовища α . На кінцях інтервалу $[0; l]$ може здаватися температура або умова теплоізоляції.

Для розрахунків використовується метод кінцевих різниць [1] з прямокутною сіткою і явною схемою ітерації по вузлах. Для забезпечення стійкості алгоритму крок часових шарів сітки задається єдиний для всього інтервалу $[0; l]$ за умовою

$$\frac{\tau}{h^2} \max_{[0; l]} \alpha = 1$$

де h – крок сітки по просторовій координаті.

У точках розриву коефіцієнта α неперервність теплового потоку забезпечується вимогою

$$\lim_{x \rightarrow x_0 - 0} \left(\lambda \frac{\partial u}{\partial x} \right) = \lim_{x \rightarrow x_0 + 0} \left(\lambda \frac{\partial u}{\partial x} \right)$$

де λ – коефіцієнт теплопровідності середовища. Похідні в критичних точках апроксимуються за формулами кінцевих різниць першого порядку [2].

Результати моделювання

Алгоритм розрахунку крайової задачі теплопровідності реалізовано веб-скриптами, код доступу <http://heatrod.bulanovs.net.ua>. За принципом подібності параметри конструкції задаються відносними безрозмірними значеннями.

На рис. 1 зображені етапи прогріву деякої шарованої конструкції. У котрій на інтервалі $[0; l]$ є 5 зон сталості параметрів середовища з відносними значеннями α : 0.5, 7, 5, 6, 1.3 та λ : 1, 5, 1, 5, 1.

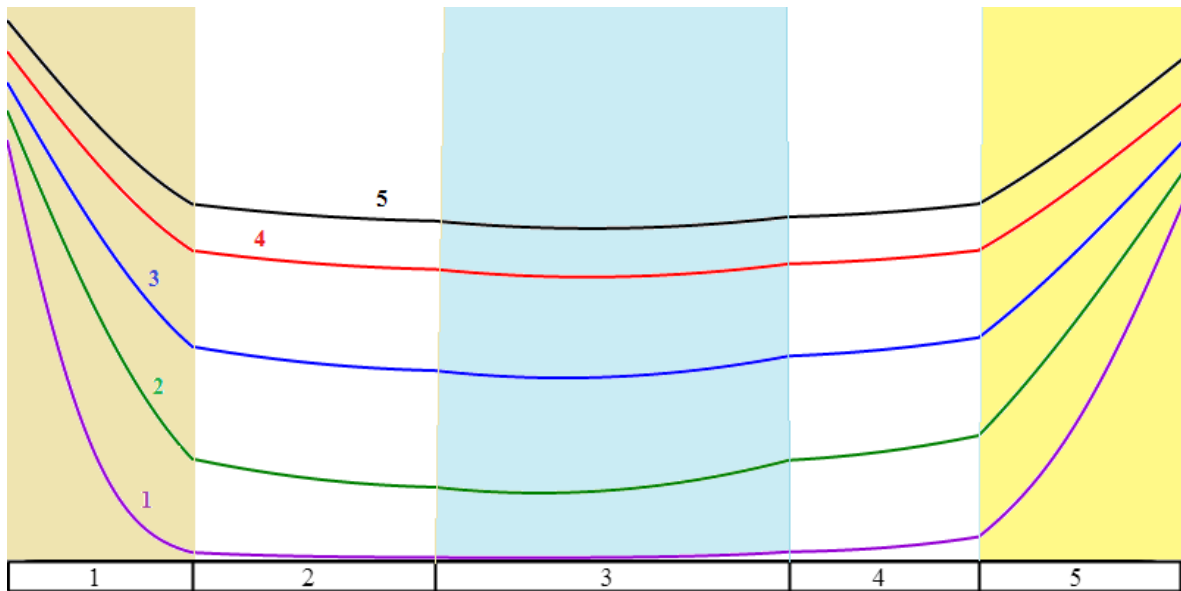


Рис. 1

Номери графіків відповідають послідовності етапів і ілюструють розподіл температури уздовж просторової координати.

Висновки

Ця задача може вважатись моделлю поширення тепла у шарованій структурі або у тонкому складеному теплоізолюваному стрижні. Розміщення алгоритму на веб-сайті дозволяє в он-лайн режимі моделювати теплові процеси в досить складних конструкціях. Цей ресурс може використовуватися при вивченні дисциплін "Рівняння математичної фізики", "Теплотехніка" і ін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тихонов А.Н. Уравнения математической физики - Учебное пособие для вузов / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский - М.: Наука, 1977. — 735 с.
2. Бахвалов Н.С. Численные методы – анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения / Н.С. Бахвалов – М.: Наука, 1973. – 631 с.

Астахов Виктор Миколайович – канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри вищої математики, Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА), Краматорськ.

Буланов Геннадій Станіславович – канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри вищої математики, Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА), Краматорськ, e-mail: bgs@krm.net.ua.