

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 519.87

**КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ
З ВИКОРИСТАННЯМ РОЗВИНУТИХ ПОВЕРХОНЬ МЕТОДОМ ПРОГОНКИ**

В. В. Гуда

студент 3 курсу, група ТЕ-31, навчально-науковий інститут водного господарства
та природооблаштування

Науковий керівник – к.т.н., доцент О. Ю. Тимейчук

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

Наведена постановка задачі теплопровідності поздовжніх ребер різного профілю з відведенням теплоти конвекцією. Отримано чисельний розв'язок задачі методом прогонки для чотирьох конфігурацій поздовжніх ребер з використанням ПК та проведено аналіз результатів комп'ютерного моделювання.

Ключові слова: розвинута поверхня, ефективність ребра, теплообмін, метод прогонки.

Приведена постановка задачи теплопроводности продольных ребер различного профиля с отведением теплоты конвекцией. Получено численное решение задачи методом прогонки для четырех конфигураций продольных ребер с использованием ПК и проведен анализ результатов компьютерного моделирования.

Ключевые слова: развитая поверхность, эффективность ребра, теплообмен, метод прогонки.

The formulation of the problem of thermal conductivity of longitudinal ribs of different profile is given with heat removal by convection at a constant heat transfer coefficient on the surface of the rib and thermal insulation of its end. The numerical solution of the problem by the method is obtained runouts for four longitudinal rib configurations using PC and the analysis of results of computer simulation results is carried out.

Keywords: developed surface, rib efficiency, heat transfer, run method.

Розвинуті поверхні [1] є одним з основних способів інтенсифікації теплообміну при відведенні тепла. Розвинутою поверхнею називають гладку поверхню разом з виступами, які називають ребрами. Ребра бувають поздовжніми та радіальними різних профілів (прямокутні, трикутні, трапецевидні, вгнуті, випуклі).

Ефективність ребра – це відношення теплового потоку, дійсно відведеного ребром, до потоку, який відвело б ідеальне ребро ($\lambda=\infty$). Для ідеального ребра температура по його висоті залишається незмінною і дорівнює температурі в основі ребра. Ефективність ребра залежить від його форми, розмірів та матеріалу, з якого воно виготовлено.

Мета статті полягає у виборі форми поздовжнього ребра, за результатами комп'ютерного моделювання, в якому розподіл температури по довжині є найбільш рівномірним. Ребро такої форми більш ефективно відводить теплоту ніж ребра інших профілів.

Крайова задача теплопровідності для поздовжніх ребер при постійному коефіцієнті тепловіддачі на поверхні ребра та теплоізоляції його торця формулюється так:

знайти функцію $\theta = \theta(x)$, яка на відрізку $[0, b]$ задовольняє рівняння

$$\frac{d^2\theta}{dx^2} + \frac{1}{f(x)} \frac{d[f(x)]}{dx} \frac{d\theta}{dx} - \frac{1}{f(x)} \cdot \frac{\alpha}{\lambda} \cdot \theta = 0, \quad (1)$$

а на кінцях відрізка — граничні умови першого та другого роду:

$$\begin{cases} \theta'(0) = 0, \\ \theta(b) = \theta_0, \end{cases} \quad (2)$$

де $f(x)$ – функція профілю ребра; θ – температурний напір (різниця між температурою в ребрі та навколишньому середовищі, К); α – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м²·К); $u(x)$ – функція периметру, м; λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К), δ_0 – товщина ребра в основі, м; b – висота ребра, м.

Для проведення математичного та комп'ютерного моделювання було розглянуто поздовжні ребра різних профілів (рис. 1–4).

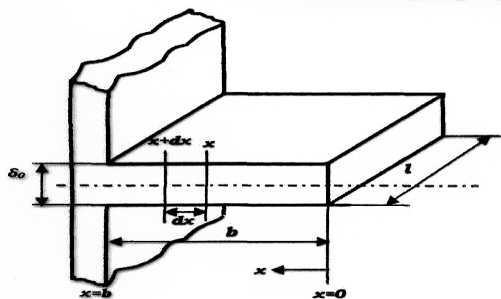


Рис. 1. Поздовжнє ребро прямокутного профілю

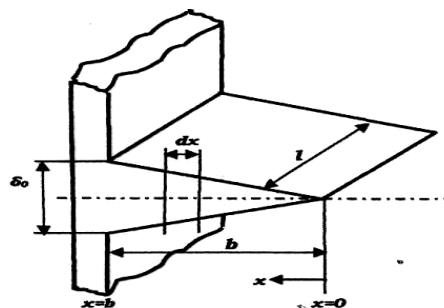


Рис. 2. Поздовжнє ребро трикутного профілю

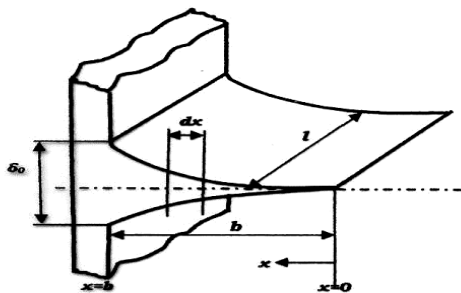


Рис. 3. Поздовжнє ребро вгнутого параболічного профілю

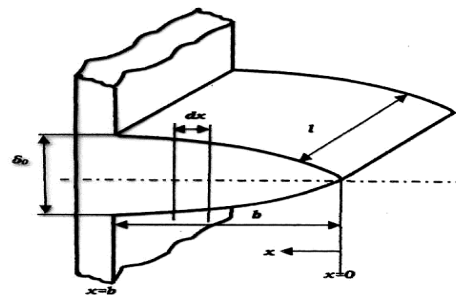


Рис. 4. Поздовжнє ребро випуклого параболічного профілю

Для комп'ютерного моделювання було розглянуто поздовжнє ребро товщиною в основі $\delta_0 = 0.02$ м і висотою $b = 0.1$ м, що виготовлене зі сталі (коефіцієнт теплопровідності $\lambda = 35$ Вт/(м·К)) та відводить теплоту конвекцією ($\alpha = const$) в навколишнє середовище, температура якого $T_c = 20^\circ\text{C}$. Температура ребра в основі ребра $T_0 = 90^\circ\text{C}$, а коефіцієнт тепловіддачі $\alpha = 50$ Вт/(м²·К).

Методом прогонки [4] було отримано чисельний розв'язок для різних конфігурацій поздовжніх ребер з використанням ПК та побудовані графіки розподілу температур (рис. 5).

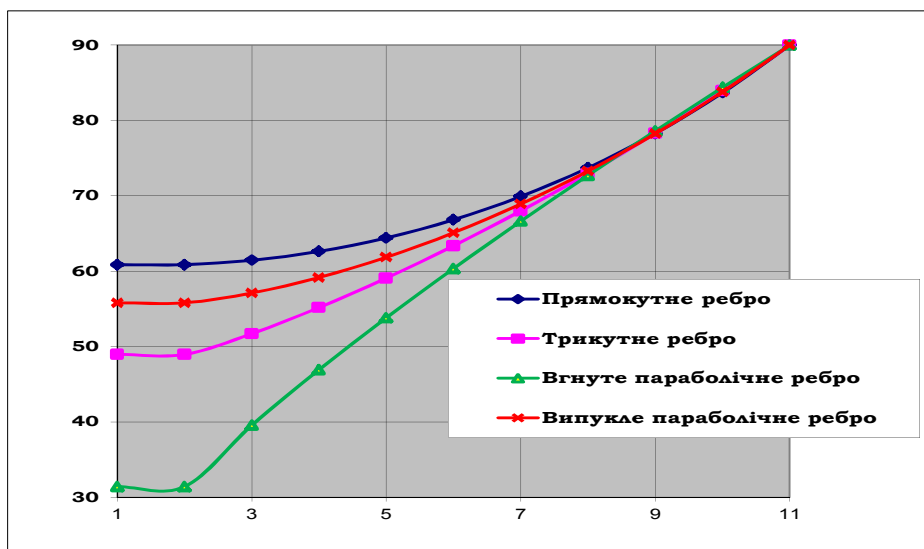


Рис. 5. Графіки розподілу температури в поздовжніх ребрах різного профілю при постійному коефіцієнті тепловіддачі на поверхні ребра та теплоізоляції його торця

Аналіз результатів (рис. 5) показав, що більш рівномірний розподіл температур по довжині можна добитися з використанням поздовжніх ребер прямокутного профілю (рис. 1) та випуклого параболічного профілю (рис. 4). Поздовжні ребра трикутного профілю (рис. 2) та вгнутого параболічного профілю (рис. 3) дають менш рівномірний розподіл температур. Тому для ефективного відводу теплоти краще використовувати поздовжні ребра прямокутного та випуклого параболічного профілів.

1. Керн Д., Краус А. Развитие поверхности теплообмена. М. : Энергия, 1977. 464 с.
2. Босий В. В., Мариненко В. І. Моделювання теплових режимів ребер при різних умовах теплообміну : навч. посіб. К. : МО України, 1996. 116 с.
3. Тимейчук О. Ю. Математичні моделі та оптимізація тепломасообміну : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2010. 50 с.
4. Калиткин Н. Н. Численные методы. М. : Наука, 1978. 512 с.