

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБІЖНОСТІ ІТЕРАЦІЙНОГО МЕТОДУ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ КОНДУКТИВНО- ПРОМЕНЕВОГО ТЕПЛООБМІНУ

Юрій Бойчук

Інститут прикладних проблем механіки і математики Я. С. Підстригача НАН України,
yurionchuk@gmail.com

Процес кондуктивно-променевого теплообміну описує істотно нелінійна система інтегро-диференціальних рівнянь, яка містить взаємозв'язані рівняння теплопровідності та перенесення випромінювання. За урахування радіаційних властивостей поверхонь шару ці рівняння слід підпорядковувати взаємозв'язаним нелінійним і нелокальним крайовим умовам.

У літературі відомі наближені аналітичні, аналітико-числові та числові методи розв'язування таких задач. Це, зокрема, наближення оптично тонкого шару [1], дифузійне [2] та Pn-наближення, метод натуральних елементів [3], гомотопічних збурень, скінченних різниць тощо. Проте, більшість методів є неефективними, якщо розглядаються задачі кондуктивно-променевого теплообміну в середовищах, які випромінюють, поглинають і розсіюють ІЧ-радіацію як в об'ємі, так і на поверхнях розривів суцільності.

У доповіді подано результати проведених досліджень збіжності розробленого ітераційного підходу для розв'язування прямої одновимірної задачі стаціонарного кондуктивно-променевого теплообміну в плоскому шарі, що випромінює, поглинає та розсіює ІЧ-радіацію в об'ємі та на поверхні, й обмінюється теплом із зовнішнім середовищем через поверхню за променевим і радіаційним механізмами. Алгоритм чисельної реалізації ітераційного методу розроблено із застосуванням апроксимації скінченними елементами [4].

Для оцінки розробленого ітераційного підходу провели серію числових експериментів. Із отриманих результатів випливає, що його збіжність залежить, в основному, від співвідношення між безрозмірними коефіцієнтом теплопровідності та товщиною плоского шару. Що більший безрозмірний коефіцієнт теплопровідності $\bar{\lambda}$, тим швидше за фіксованої безрозмірної товщини \bar{b} збігається ітераційний процес. Для кожного \bar{b} означимо $\bar{\lambda}^*$ таке, що для всіх $\bar{\lambda} \geq \bar{\lambda}^*$ ітераційний процес буде збіжний. Залежність $\bar{\lambda}^*(\bar{b})$ в логарифмічній шкалі, яку отримано в результаті проведення числових експериментів, наведено на рис. 1. Заштрихована область на цьому рисунку <http://www.iapmm.lviv.ua/chyt2016>

**Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2016»,
25–27 травня 2016 р., Львів**

відповідає області збіжності. На вертикальній шкалі подано кількість ітерацій k , необхідних для розв'язування задачі за $\bar{\lambda} = \bar{\lambda}^*$.

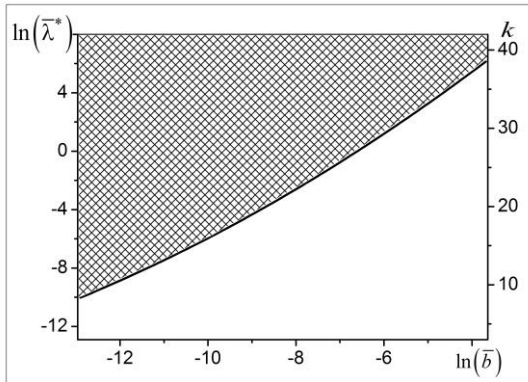


Рис. 1. Область збіжності ітераційного процесу.

1. *Оцисук М. Н.* Сложный теплообмен – М.: Мир, 1976. – 605 с.
2. *Daryabeigi K.* Combined Heat Transfer in High-Porosity High Temperature Fibrous Insulations: Theory and Experimental Validation // Journal of Thermophysics and Heat Transfer. – 2011. – Vol. 25, No 4. – P. 536-546.
3. *Zhang Y., Yi H. L., Tan H. P.* Natural element method analysis for coupled radiative and conductive heat transfer in semitransparent medium with irregular geometries // International Journal of Thermal Sciences. – 2014. – Vol. 76. – P. 30-42.
4. *Чекурін В. Ф., Бойчук Ю. В.* Ітераційний підхід до розв'язування нелінійних задач кондуктивно-променевого теплообміну в плоскому шарі // Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології. – 2015. – № 21. – С. 241–249.

**THE INVESTIGATION OF CONVERGENCE OF ITERATIVE METHOD
FOR SOLVING OF PROBLEMS FOR CONDUCTIVE-RADIATIVE HEAT
TRANSFER**

Non-linear problems for conductive-radiative heat transfer in a plane layer which emits, absorbs and scatters IR-radiation in its volume and on the surface are discussed in the report. An iterative method for these problems solving has been developed. An algorithm for numerical realization of the method has been crated with the use of finite-element approximation. Numerical studies of iterative method's convergence have been carried out.