

Матієга В. М.

Потоцький І. В.

Даналакій О. Г.

*НТУ „Харківський
політехнічний
інститут”*

УДК 539.377

АНАЛІТИЧНИЙ СПОСІБ РОЗРАХУНКУ НЕСТАЦІОНАРНОЇ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ

Разработан аналитический способ расчета нестационарной теплопроводности в твердом теле, что позволяет учесть влияние краевого эффекта, - отклонение профиля температурного фронта от плоскости в случае источника тепла конечных размеров - на нестационарное температурное поле. Краевой эффект имеет место даже при наличии охранительного кольца теплоизоляции, которая украшает источник тепла по его периметру. При этом изотермическая поверхность состоит из участка постоянной плоской поверхности цилиндра торца и части торцевой поверхности, которая непрерывно увеличивается по мере прогревания.

The analytical method of calculation of unstationary heat conductivity is developed in a solid, that allows to take into account influencing of regional effect, is deviation of type of temperature front from a plane in the case of source of heat of eventual sizes - on the unstationary temperature field. A regional effect takes place even at presence of protective ring of teploizolyatsii which decorates the source of heat on his perimeter. Thus an isothermal surface consists of area of permanent flat surface of cylinder of butt end and part of tortsevoy surface which is continuously multiplied as far as warming up.

Розроблений аналітичний спосіб розрахунку нестационарної теплопровідності в твердому тілі, що дозволяє врахувати вплив крайового ефекту, - відхилення профілю температурного фронту від площини у разі джерела тепла кінцевих розмірів - на нестационарне температурне поле. Крайовий ефект має місце навіть за наявності охоронного кільця теплоізоляції, що оздоблює джерело тепла по його периметру. При цьому ізотермічна поверхня складається з ділянки постійної плоскої поверхні циліндра торця і частини торцевої поверхні, яка безперервно збільшується у міру прогрівання.

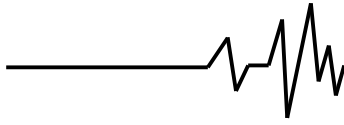
Аналітичне рішення отримано в результаті інтеграції нестационарного диференціального рівняння, складеного на підставі закону теплопровідності, і має вигляд

$$T_{\pi}(t) - T(\xi, t) = 0.74 \frac{\Phi(t)}{\lambda R} \lg \frac{\xi}{0.52},$$

де $\xi = (4.43x + 2.1R)/(4.43x + 4.13R)$; T_{π} - температура поверхні; t - час; x - координата, направлена в глибину тіла і перпендикулярна його поверхні, що нагрівається; R - радіус теплового джерела; Φ - тепловий потік; λ - коефіцієнт теплопровідності.

В рішенні функції від змінних (часу і координати) розділені, що полегшує аналіз і додає гнучкість при зміні крайових умов. Отриманий вираз може бути поширено на тривимірний випадок на підставі теореми про перемноження рішень.

Дана кількісна оцінка впливу крайового ефекту на необхідний час прогрівання тіла.



Проведені експерименти по односторонньому нагріву бетонної і залізобетонної стін двох типу розмірів з реєстрацією термограм на обох їх поверхнях, що показали, що погрішність розрахунку часу прогрівання не перевищує 3.5%, тоді як погрішність розрахунку по моделі на півпростору, тобто без урахування краєвого ефекту, складає більше 25%. Із збільшенням товщини тіла по відношенню до розміру теплового джерела краєвий ефект приводить до значного зростання необхідного часу прогрівання.

Стаття депонує у ВІНІТІ 30.10.98, рег. № 3153-В98. (Стаття поступила в редакцію 20.02.98, анотація - 20.09.98. Повний текст 0.45 а. л., бібліогр. 4 назв.).

Висновки

Робота присвячена з'ясуванню впливу теплових умов на торцях зразка холодильника Еттінгсгаузена на величину максимального перепаду температури. Необхідність розгляду такої задачі обумовлена тим, що в науковій літературі немає інформації про те, яким повинне бути співвідношення довжини і висоти зразка, щоб натікання тепла через торці не впливало на максимальний перепад температури. Нам вдалося отримати кількісне співвідношення висоти і довжини, при якому натікання можна не урахувати. Показано, що при відношенні висоти до довжини 0.25 і менш впливом теплових умов на торцях можна нехтувати.

Стаття депонує у ВІНІТІ 30.10.98, реєстр. № 3152-В98. (Стаття поступила в редакцію 11.06.97, анотація - 15.09.1998. Повний текст 0.36 а. л., бібліогр. 7 назв.).

На закінчення відзначимо, що досліджувана проблема є новим розділом в

динаміці твердих середовищ, як в чисто теоретичному аспекті, так і в методичному, оскільки новими є і сама створювана теорія вихрових течій твердих середині методи дослідження, що розробляються і спираються на інтеграцію аналітичних і чисельних підходів.

Робота виконана при фінансовій підтримці Російської фундації фундаментальних досліджень (РФФІ), грант № 98-01-00019.

Література

1. Kholin N. N., Andrushchenko V., Trajnev Pro. V. // Proc. 1990 Intern. conf. eng. design (ICED). Vol. 2. Dubrownik, 1990. P. 914-919.
2. Андрущенко В. А., Головешкин В. А., Холін Н. Н. // Изв. Ан СРСР. МТТ. 1990. № 5. З. 81-88.
3. Холін Н. Н., Андрущенко В. А. // Розрахунки на міцність. Вип. 31. М., 1990. З. 208-230.
4. Гулідов А. И., Фомін В. М. /ОКПМТФ. 1980. № 3. З. 126-132.
5. Глушко А. И. // Изв. Ан СРСР. МТТ. 1980. № 2. З. 104-112.
6. Глушко А. И. // Изв. Ан СРСР. МТТ. 1985. № 3. З. 179-183.
7. Бурого Н. Г., Кукуджанов В. Н. Рішення упругопластических задач методом кінцевих елементів. Пакет прикладних програм "АСТРА". М., 1988. (Препрінт/ІПМех. Ан СРСР № 326).
8. Ковшов А. Н. // ЙЗВ. РАН, МТТ. 1996. № 4. З. 47-53.