

# Обчислення теплових навантажень літальних апаратів методом скінчених елементів

Іволженко Марія Юріївна

науковий керівник П.Ф.Жук, д.т.н., проф.  
ІДС, Національний авіаційний університет  
Київ, Україна  
e-mail [mary.ivolzhenko@gmail.com](mailto:mary.ivolzhenko@gmail.com)

**Анотація** — Розробка технології, яка б дозволила розраховувати розподіл теплового навантаження на конструкцію літального апарату для вирішення задач літакобудування в військових справах.

**Ключові слова** — літальний апарат, теплове навантаження, температурна напруга, метод скінчених елементів, елементарна область, конвенкція.

## I. ВСТУП

На етапі проектування літального апарату (ЛА) мають бути враховані та оцінені теплові навантаження як на його окремі елементи, так і на конструкцію в цілому, оскільки вони можуть істотно понизити міцність конструкції ЛА. Наявність градієнту температури в окремих точках конструкції призводить до виникнення температурної напруги: внутрішні джерела тепла (двигуни, генератори електроенергії, гальма і так далі) визначають місцевий нагрів конструкції, зовнішні джерела (аеродинамічний нагрів і сонячна радіація) – нагрів конструкції ЛА в цілому. Удосконалення озброєння ЛА, покращення його технічних та бойових характеристик призведе до того, що питання теплового навантаження зараз стає критичним. Так, наприклад, в США у 2014 р. була представлена концепція винищувача 6-го покоління, озброєного лазером. Зазначається, що одним з ключових викликів перед творцями літака стане розподіл теплового навантаження, оскільки на кожен мегават енергії лазерного променя припадає два мегавати теплової енергії.

Для розрахунку теплового навантаження найкраще скористатися методом скінчених елементів.

## II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Нехай отримано дані у такому вигляді:  
 $h_1, h_2$  - коефіцієнти теплообміну,  $T_1, T_2$  – температура оточуючого середовища,  $K_{xx}, K_{yy}$  – коефіцієнти теплопровідності за напрямками,  $i, j, k$  – координати елемента.

Необхідно знайти вектор навантаження конвективного теплообміну для даного елемента із суцільного середовища, по двом поверхням котрого відбувається конвективний теплообмін.

## III. ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Основна ідея застосування методу скінчених елементів (МСЕ) полягає в тому, що неперервна величина апроксимується дискретною моделлю, що містить велику кількість кусково-неперервних функцій, визначених на скінченній кількості елементарних областей, на які розбивається досліджувана область. Для досягнення оптимальної точності результатів розрахунків за МСЕ, необхідно зменшувати розміри скінчених елементів (СЕ), збільшуючи цим самим точність апроксимації геометричних характеристик і функцій переміщень в межах СЕ. Зважаючи на це, метод є машинно-орієнтованим, оскільки реалізація обчислень для сотень і тисяч ступенів вільності можлива лише засобами комп'ютерної техніки. Необхідні обчислення проводяться в програмному середовищі MathCad 15.0. [1].

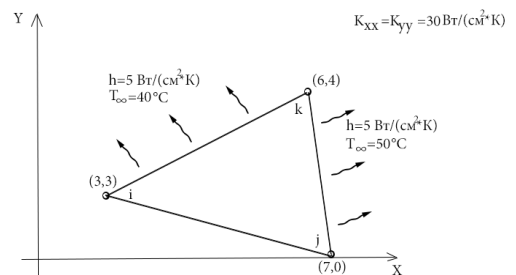


Рис. 1. Елемент, по двом сторонам якого відбувається конвективний теплообмін

Проведено аналіз залежності розподілу теплового навантаження на літальний апарат від місцевого нагріву конструкції та зовнішніх джерел.

Перспективою подальших досліджень є: розробки програмного забезпечення для дослідження впливу різноманітних факторів на конструкцію літального апарату задля покращення її міцності і удосконалення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Інтернет ресурс: <http://mathcad-download.ru>