

ВПЛИВ ТЕРМОЧУТЛИВОСТІ ХАРАКТЕРИСТИК НА НАПРУЖЕННЯ В ОПРОМІНЮВАНИХ ТІЛАХ РІЗНОЇ ПРОЗОРОСТІ

Брухаль М. Б.

Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача
НАН України, dept13@iapmm.lviv.ua

При дослідженні теплопереносу та напруженого стану в частково прозорих і непрозорих тілах відносно теплового випромінювання, що перебувають в умовах теплообміну випромінюванням [1, 2], важливо врахувати специфіку термочутливості їх теплофізичних, радіаційних та механічних характеристик, які входять у співвідношення сформульованих задач теплопереносу та термопружності [3]. Залежності характеристик від температури можуть бути встановлені на основі даних експерименту чи виходячи з уявлень фізики твердого тіла (теплофізичні) та електромагнітної теорії (радіаційні).

Основною радіаційною характеристикою непрозорих матеріалів (металів та їх сплавів) є спектральний ступінь чорноти поверхні, який характеризує інтенсивність випромінювання теплової енергії, і залежить не лише від довжини хвилі та напрямку, але також суттєво від температури. Його температурну залежність можна оцінити на основі електромагнітної теорії за коефіцієнтом електропровідності. Отримані нелінійні співвідношення для чистих полірованих металів добре узгоджуються з експериментальними даними. Температурні залежності коефіцієнтів поглинання частково прозорих матеріалів (неметалів) встановлюються експериментально.

Залежності коефіцієнтів теплопровідності від температури непрозорих технологічних матеріалів детально досліджені, зокрема для чистих металів і сплавів запропоновані напівемпіричні формули, які враховують їх характерні параметри – температуру Дебая і ступінь легування. Щодо теплоємності металів та їх сплавів, то вона зростає з підвищенням температури. За певного складу і розглядуваного діапазону температур також запропоновані конкретні її напівемпіричні залежності.

Згідно теорії Дебая зміна з температурою коефіцієнта теплопровідності неметалів визначається зміною з температурою їх теплоємності, яка при температурах вище температур Дебая (для неметалів вони не перевищують 300 K) є сталою. Тому частково прозорі тіла можна вважати нетермочутливими відносно цих параметрів.

Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2014», 28–30 травня 2014 р., Львів

У розрахункові формули для напружень входять температура та залежні від неї функції, що виражають термочутливість механічних характеристик. Останні описуються на основі експериментальних даних конкретно аналітичною залежністю чи таблично. Оскільки вираз для лінійного температурного розширення матеріалу $\phi(T, T_0)$ містить коефіцієнт істинного розширення під інтегралом, то в довідковій літературі наводять числові значення середнього коефіцієнта розширення $\alpha_T = \phi(T, T_0)/(T - T_0)$ на вибраних з певним інтервалом проміжках зміни температури. Температурні залежності інших механічних характеристик інтерполювалися кубічними сплайнами на основі експериментальних даних.

На основі аналізу знайдених числових розв'язків модельної задачі для опромінюваного термочутливого шару, виявлено ряд нових закономірностей впливу термочутливості характеристик на механічну поведінку шарів різної прозорості, зокрема для непрозорого шару отримано, що неврахування термочутливості не впливає на характер розподілу напружень, але змінює їх рівні, і приводить на початковій стадії нагріву до зниження (до 30%), а в подальшому – до завищення (до 35%).

1. *Гачкевич О. Р., Терлецький Р. Ф., Брухаль М. Б.* Деякі проблеми математичного моделювання в термомеханіці тіл різної прозорості за теплового опромінення // *Мат. методи і фіз.-мех. поля.* – 2008. – 51, № 3. – С. 202-219.
2. *Гачкевич О. Р., Терлецький Р. Ф., Сосновий Ю. Р., Брухаль М. Б.* Термонапружений стан охолоджуваних тіл за врахування випромінювання теплової енергії // *Фіз.-хім. механіка матеріалів.* – 2010. – 46, № 1. – С. 42-50.
3. *Терлецький Р. Ф., Брухаль М. Б., Немировський Ю. В.* Моделювання і дослідження термомеханічної поведінки термочутливих тіл за врахування впливу теплового випромінювання // *Мат. методи і фіз.-мех. поля.* – 2013. – 56, № 2. – С. 212-224.

THERMOSENSITIVITY EFFECTS ON STRESS STATE IN IRRADIATED SOLIDS WITH DIFFERENT TRANSPARENCY

Using the proposed method for solving the nonlinear problems of heat transfer and thermoelasticity based on the finite element method the effect of temperature sensitivity of thermal, mechanical and radiative characteristics on the stresses in a semitransparent and opaque solids is investigated in the model problem for an irradiated heat-sensitive layer.