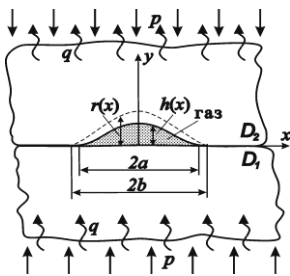


ВПЛИВ ТЕРМООПОРУ ТА ТИСКУ ІДЕАЛЬНОГО ГАЗУ В МІЖКОНТАКТНОМУ ЗАЗОРІ НА ТЕРМОПРУЖНУ ВЗАЄМОДІЮ ТІЛ

Костянтин Чумак, Богдан Слободян, Наталія Маланчук

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

Розглянуто взаємодію двох півбезмежних тіл D_1 і D_2 за умов плоскої деформації під дією заданих на нескінченності стискальних однорідних



зусиль p та стаціонарного теплового потоку q (див. рисунок). Матеріали тіл є пружними й ізотропними та характеризуються різними модулями Юнга E_1, E_2 , коефіцієнтами Пуассона ν_1, ν_2 , лінійного теплового розширення α_1, α_2 і теплопровідності λ_1, λ_2 . У недеформованому стані поверхня нижнього тіла є ідеально плоскою, а поверхня верхнього має виїмку, форма якої описується функцією $r(x)=r_0(1-x_2/b_2)^{3/2}$, $r_0 \ll 2b$.

Під час контакту тіл зазор на інтерфейсі між ними містить газ з коефіцієнтом теплопровідності λ , який чинить рівномірний тиск p_g на поверхні тіл. В якості математичної моделі газу вибрано ідеальний газ, стан якого описує рівняння Клапейрона-Менделєєва. Вплив газу на контактний теплообмін враховано термоопором [2]: $R(x) = h(x)/\lambda$, де $h(x)$ – висота міжконтактного зазору.

Температуру газу T_g пов'язано з температурами поверхонь зазору за

допомогою співвідношення $T_g = \frac{1}{2a} \int_{-a}^a \frac{T^-(x,0) + T^+(x,0)}{2} dx$, де T^- і T^+ –

температура поверхні нижнього і верхнього тіла відповідно. На ділянках налягання поверхонь тіл сили тертя відсутні, а тепловий контакт є ідеальним.

З використанням методики, описаної в [1, 2], сформульовану контактну задачу зведено до системи двох сингулярних інтегро-диференціальних рівнянь (СІДР) відносно висоти зазору $h(x)$ та стрибка температури $\gamma(x)$:

$$\frac{1}{\pi} \int_{-a}^a \frac{h'(t)}{t-x} dt - \frac{\lambda_{12}}{2} (\delta_1 - \delta_2) \gamma(x) = f(x) + \frac{K(p-p_g)}{2}, \quad |x| < a, \quad h'(\pm a) = h(\pm a) = 0; \quad (1)$$

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

$$\lambda \frac{\gamma(x)}{h(x)} - \frac{\lambda_{12}}{2\pi} \int_{-a}^a \frac{\gamma'(t)}{t-x} dt = q, \quad |x| < a, \quad \gamma(\pm a) = 0, \quad \gamma'(\pm a) = 0. \quad (2)$$

Тут $\delta_i = \alpha_i(1 + \nu_i) / \lambda_i$; $\lambda_{12} = 2\lambda_1\lambda_2 / (\lambda_1 + \lambda_2)$; $f(x) = 3r_0(x^2/b^2 - 0,5)/b$;
 $K = 4(1 - \nu_1^2)/E_1 + 4(1 - \nu_2^2)/E_2$; $i = 1, 2$.

Оскільки кожне з рівнянь системи СІДР (1), (2) містить дві невідомі функції $h(x)$ і $\gamma(x)$, а друге рівняння містить частку цих функцій, система СІДР (1), (2) є функціонально нелінійною. До розв'язування цієї системи застосовано розроблену в праці [2] процедуру, в основу якої покладено метод послідовних наближень. Числові обчислення проведено для пари матеріалів неіржавна сталь AISI 304 – сплав алюмінію А380 за наявності в зазорі повітря, аргону, криптону або гелію. Розглянуто два протилежних напрями теплового потоку: від неіржавної сталі до сплаву алюмінію та від сплаву алюмінію до неіржавної сталі. Проаналізовано вплив маси газу, густини теплового потоку й інтенсивності зовнішнього тиску на ширину зазору, температуру газу, контактний термоопір тіл та рівень термічної ректифікації.

Робота виконана за підтримки Національної академії наук України (проект НДР молодих учених НАН України у 2016 р., договір ВБМ-424).

1. *Мартиняк Р. М., Слободян Б. С.* Взаємодія двох тіл за наявності капілярів у між-контактному зазорі // *Мат. методи та фіз.-мех. поля.* – 2006. – 49, № 1 – С. 164-173.
2. *Martynyak R., Chumak K.* Effect of heat-conductive filler of interface gap on thermo-elastic contact of solids // *Int. J. Heat Mass Transf.* – 2012. – 55, No 4. – P. 1170-1178.

**EFFECT OF THERMAL RESISTANCE AND PRESSURE OF AN IDEAL
GAS IN AN INTERCONTACT GAP ON THERMOELASTIC
INTERACTION BETWEEN BODIES**

The thermoelastic contact between two semi-infinite bodies of dissimilar materials in the presence of an ideal gas in a gap, which is caused by a groove of small height on the surface of one of the bodies, is investigated. The effect of the gas pressure, the mechanical and thermal load on gap deforming is taken into account. The formulated contact problem is reduced to a system of two nonlinear singular integro-differential equations for a gap height and a temperature jump across the gap surfaces. The influence of the gas mass, the heat flow density and the external pressure intensity on the gap width, the gas temperature and the level of thermal rectification is analyzed.