

РІВНОВАЖНИЙ СТАН СТРУКТУРНОГО НЕОДНОРІДНОГО ЕЛЕКТРОПРОВІДНОГО НЕФЕРОМАГНІТНОГО ПІВПРОСТОРУ

Юлія Сенік

Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки
і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України, yuliya.senik@gmail.com

Методами термодинаміки нерівноважних процесів, механіки деформівного твердого тіла побудовано модель локально неоднорідного електропровідного неферомагнітного термопружного тіла, яка враховує структурну неоднорідність матеріалу та спостережувані особливості реальної поверхні тіла, а саме, її геометричну неоднорідність. Довільно виокремлену підобласть тіла розглядаємо як відкриту термодинамічну систему. Вважаємо, що структура матеріалу та поверхня тіла виникають раптово у початковий момент часу, і далі структура матеріалу залишається незмінною, що враховано введенням необоротної складової вектора потоку маси $\vec{j}_m = -g_{mm} \frac{\partial(\vec{\nabla}H)}{\partial\tau}$, де H – хімічний потенціал, τ – час, g_{mm} – стала.

Ключова система рівнянь моделі для стаціонарного стану за ізотермічного наближення має такий вигляд

$$\mu \nabla^2 \vec{u} + (\lambda + \mu) \vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{u}) - (3\lambda + 2\mu) [a_m \vec{\nabla}(\rho - \rho_*) + a_\omega \vec{\nabla}\varphi] = 0,$$

$$\alpha_{mm} \nabla^2(\rho - \rho_*) + \alpha_{m\omega} \nabla^2\varphi - (3\lambda + 2\mu) a_m \nabla^2(\vec{\nabla} \cdot \vec{u}) - \frac{1}{g_{mm}}(\rho - \rho_*) = -\frac{1}{g_{mm}} d_{\sigma m},$$

$$\lambda_{\omega\omega} \nabla^2\varphi - \frac{\lambda_{\omega\omega}}{\varepsilon_0} [(3\lambda + 2\mu) a_\omega \vec{\nabla} \cdot \vec{u} - \alpha_{m\omega}(\rho - \rho_*) - \alpha_{\omega\omega}\varphi] = 0, \quad (1)$$

$$\int_{(V)} (\rho - \rho_*) dV = \int_{(V)} d_{ms} dV, \quad (2)$$

Тут \vec{u} – вектор переміщення, $\rho - \rho_*$ – густина, φ – термодинамічний електричний потенціал, d_{ms} – інтенсивність джерел маси, $\lambda, \mu, a_m, a_\omega, \alpha_{mm}, \alpha_{m\omega}, \alpha_{\omega\omega}, \lambda_{\omega\omega}, \varepsilon_0$ – сталі, (V) – область, яку займає розглядуване тіло.

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

До цієї системи рівнянь поряд із співвідношеннями (1), (2) необхідно приєднати також умову електронейтральності тіла.

Дану систему рівнянь використано для вивчення рівноважного стану півпростору, який займає область $x \geq 0$ у декартовій системі координат $\{x, y, z\}$.

На рис. 1 показано розподіл напружень σ_{yy}/σ_0 при: $\chi/\xi = 0.5, 1, 2, 2$ (криві 1-3), $\zeta/\xi = 20, 0.8$, $a_0^{\omega}b = -3$. Для порівняння штриховою лінією показано розподіл напружень без врахування джерел маси. На рис. 2 показано розподіл електричного заряду ω/ω_0 ($\omega_0 = \rho_* a_{m\omega}$) $\zeta/\xi = 0.5$, $\chi/\xi = 15$. У приповерхневій області тіла заряд утворює подвійний електричний шар, який є наслідком врахування у моделі сил кулонівської взаємодії та структурної неоднорідності матеріалу.

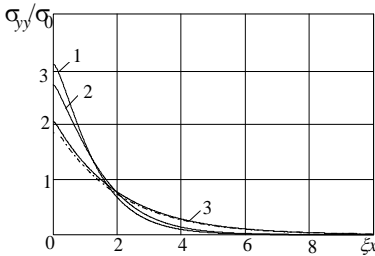


Рис. 1. Розподіл напружень

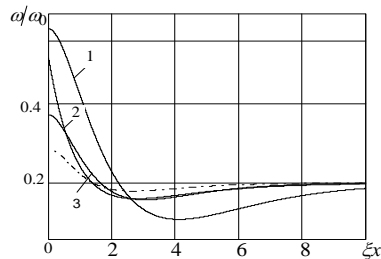


Рис. 2. Розподіл заряду

На основі одержаного розв'язку можна стверджувати, що врахування геометричної неоднорідності реальної поверхні тіла приводить до додаткового характерного розміру неоднорідності. Зазначимо, що дослідження зв'язаних полів у електропровідних неферромагнітних твердих тілах за локально градієнтного підходу [1-2] за відсутності джерел маси представлено у [2].

1. Burak Y. Nahirnyj T., Tchervinka K. Local Gradient Thermomechanics. Encyclopedia of Thermal Stresses, Springer Reference (2014): 2794-2801.
2. Нагірний Т. С., Червінка К. А. Термодинамічні моделі та методи термомеханіки із врахуванням приповерхневої та структурної неоднорідностей. Основи наномеханіки I. – Львів: Сполом, 2012. – 264 с.

**STEADY STATE OF STRUCTURAL NONHOMOGENEOUS
ELECTROCONDUCTIVE NONFERROMAGNETIC HALF-SPACE**

In the frame of the local nonhomogeneous electroconductive solid model the regularities of near surface heterogeneity in half-space are studied. The heterogeneity of physical and mechanical fields is caused by the material structure, the mass sources, associated with method of real body surface forming, and the forces of Coulomb interaction.

<http://www.iapmm.lviv.ua/chyt2016>