

МІЦНІСТЬ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОГО НЕФЕРОМАГНІТНОГО ШАРУ. РОЗМІРНИЙ ЕФЕКТ

Юлія Сенік

Центр математичного моделювання ІППММ ім. Я. С. Підстригача
НАН України, yuliya.senik@gmail.com

Розглядаємо деформівний електропровідний неферомагнітний ізотропний твердий шар, що займає область $-l \leq x \leq l$ у прямокутній декартовій системі координат $\{x, y, z\}$. Вважаємо, що шар перебуває під дією силового навантаження сталої інтенсивності σ_a уздовж його серединної поверхні, а на його зовнішніх поверхнях задано постійні значення термодинамічного електричного потенціалу φ_a та густини ρ_a , що відрізняється від відлікового значення ρ_* .

За розглядуваної зовнішньої дії рівноважний стан шару залежить лише від координати x і описується такою ключовою системою рівнянь для компонент тензора напружень $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{zz}$, густини ρ та термодинамічного електричного потенціалу φ [1, 2]

$$\begin{aligned} \frac{d\sigma_{xx}}{dx} &= 0, \\ \frac{d^2\sigma_{yy}}{dx^2} &= \frac{d^2\sigma_{zz}}{dx^2} = a_0 \frac{d^2}{dx^2} (\rho - \rho_* + a_\omega^0 \varphi), \\ \frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{a_{\omega\omega}}{\varepsilon_0} \varphi + \frac{a_{m\omega}}{\varepsilon_0} (\rho - \rho_*) &= 0, \\ \frac{d^2\rho}{dx^2} - \xi^2 (\rho - \rho_*) &= -\xi^2 d_{\sigma m}. \end{aligned} \quad (1)$$

де $\sigma_{\alpha\alpha}$ – компоненти тензора напружень $\alpha = \{x, y, z\}$, ρ_* – густина у відліковому стані, $d_{\sigma m}$ – інтенсивність джерел маси, $a_0, a_\omega^0, a_{m\omega}, a_{\omega\omega}, \varepsilon_0, \xi$ – сталі. Дану систему рівнянь необхідно доповнити відповідними граничними умовами, а також умовою електронейтральності тіла та умовою, що узгоджує відліковий та актуальний стани. Останні дві умови є такими

$$\int_{-l}^l \omega(x) dx = 0, \quad \int_{-l}^l (\rho - \rho_*) dx = \int_{-l}^l d_{\sigma m} dx.$$

**Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2017»,
23–25 травня 2017 р., Львів**

На рис. 1. показано розподіл електричного заряду ω/ω_0 по товщині шару для параметрів: $\chi/\xi = 2$, $\xi l = 6$, $\zeta/\xi = 0,5; 1,25; 3$ (криві 1-3), $\rho_a = \rho_*/2$, $\omega_0 = \rho_* a_{m\omega}$. На рис. 2 показано розмірний ефект міцності шару σ_{cr}/σ_+ від товщини шару (параметра ξl) при: $a_0(\rho_a - \rho_*)/\sigma_+ = 0.1$, $\chi/\xi = 0.1; 0.25; 0.5$ (криві 1-3), $\zeta/\xi = 2$, σ_+ – інтенсивність силового навантаження, що призводить до крихкого руйнування товстого шару.

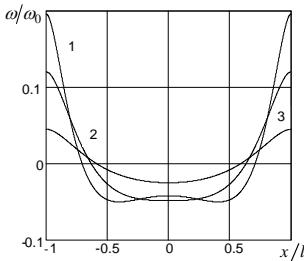


Рис. 1 Розподіл електричного заряду

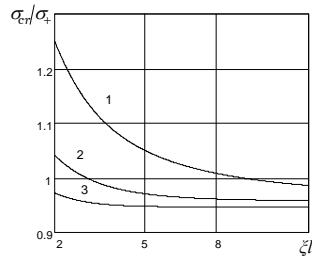


Рис. 2 Розмірний ефект міцності

Значення термодинамічного електричного потенціалу, що встановлюється на поверхні тіла однозначно визначається характеристиками матеріалу, у тому числі характерними розмірами структурної неоднорідності матеріалу, геометричної неоднорідності реальної поверхні тіла та сил кулонівської взаємодії. Подвійний електричний шар в рамках моделі є наслідком приповерхневої неоднорідності густини та термодинамічного електричного потенціалу, а також шорсткості поверхні тіла. Врахування геометричної неоднорідності реальної поверхні тіла призводить до істотних якісних та кількісних змін у розподілі механоелектричних полів, а також суттєво впливає на значення σ_{cr} .

1. *Nahirnyj T. S., Senyk Y. A, Tchervinka K. A. Modeling local non-homogeneity electroconductive non-ferromagnetic thermoelastic solid // Mathematical Modeling and Computing. – 2014. – Vol. 1, № 2. – P. 214-223.*
2. *Нагірний Г., Червінка К. Термодинамічні моделі та методи термомеханіки із врахуванням приповерхневої та структурної неоднорідностей. Основи наномеханіки I. – Львів: Сполом, 2012. – 264 с.*

**STRENGTH OF ELECTROCONDUCTIVE NON-FERROMAGNETIC
LAYER. SIZE EFFECT**

The results of investigation of the electroconductive non-ferromagnetic layer steady state are presented for local gradient approach in thermomechanics. It is shown that in the load-free body there exists a non-zero steady stressed state. The characteristics sizes of nearsurface non-homogeneity are associated with structural heterogeneity of the material, geometrical non-uniformity of the body real surface and Coulomb's interaction forces.