

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МОДУЛІВ ПРУЖНОСТІ НА РОЗМІРНИЙ ЕФЕКТ МЕЖІ МІЦНОСТІ ШАРУ

Юлія Сенік

Інститут Прикладних Проблем Механіки Математики ім. Я. С. Підстригача НАН
України,
вул. Наукова, 3 б, Львів, 79060, e-mail: yuliya.senik@gmail.com.

Розглянуто безмежний, ізотропний, деформівний, електропровідний, неферомагнітний твердий шар, що займає область $-l \leq x \leq l$ у прямокутній декартовій системі координат $\{x, y, z\}$. Шар в цілому електронейтральний, а його поверхні є вільними від зовнішнього силового навантаження і на них задано сталі значення густини ρ_a , відмінне від відлікового значення ρ_* , котре характерне для безмежного однорідного середовища. На безмежності шар вважається навантаженим уздовж серединної поверхні тіла, що спричиняють його розтяг.

Розв'язувальну систему рівнянь записано для визначення густини ρ , електричного потенціалу ϕ , електричного заряду ω та компонент тензора напружень σ_{xx} , σ_{yy} , σ_{zz} у наступному вигляді:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 \rho}{dx^2} - \xi^2 (\rho - \rho_*) &= -\xi^2 (\rho_a - \rho_*) \frac{\text{ch}(\xi x)}{\text{ch}(\xi l)}, \\ \frac{d^2 \phi}{dx^2} + \frac{a_{\omega\omega}}{\varepsilon_0} \phi + \frac{a_{m\omega}}{\varepsilon_0} (\rho - \rho_*) &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$
$$\frac{d^2}{dx^2} \left(\frac{1+\nu}{E} \sigma_{yy} - \frac{\nu}{E} \sigma \right) = \frac{d^2}{dx^2} a_0 [a_m (\rho - \rho_*) + a_0^\omega \phi],$$

де $a_m, a_0, a_0^\omega, a_{\omega\omega}, a_{m\omega}, \varepsilon_0, \xi, \zeta$ – сталі.

Дана система рівнянь доповнена умовами електронейтральності тіла,

$$\int_{-l}^l \omega(x) dx = 0. \quad (2)$$

Тут $\omega(x) = [a_{m\omega}(\rho - \rho_*) + a_{\omega\omega}\phi] / \varepsilon_0$ – електричний заряд.

Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2022», 25–27 травня 2022 р., Львів

Представлена крайова задача до визначена умовами на поверхнях $x = l$, $x = -l$ шару, а також умовами рівності нулю головного вектора та головного моменту зусиль у довільних поперечних перерізах $y = const$, $z = const$.

Згідно [1,2] прийнята залежність модулів пружності від густини у вигляді:

$$E = E_0 \left(\frac{\rho}{\rho_*} \right)^{\beta_e}, \quad \nu = \nu_0 \left(\frac{\rho}{\rho_*} \right)^{\beta_n}, \quad (3)$$

де E_0, ν_0 – модуль Юнга та коефіцієнт Пуассона матеріалу тіла у відліковому стані, β_e, β_n – сталі.

На основі розв'язків представленої задачі, проведено дослідження впливу модулів пружності на розмірний ефект межі міцності шару. Встановлено, що значення електричного потенціалу, заряду і напружень на поверхні тіла, визначаються фізичними, геометричними параметрами тіла та умовами його навантаження. Визначено, що міцність тонких плівок зростає зі зменшенням її товщини, а врахування електронної підсистеми приводить до уточнення значень механічних полів в усій області тіла та характеру їх розподілу у вузькій приповерхневій області.

- 1 *Нагірний Т.С., Червінка К.А.* Основи механіки локально неоднорідних деформівних твердих тіл. Основи наномеханіки III. – Львів: Растр-7, 2018. – 200 с.
- 2 *Нагірний Т.С., Червінка К.А., Сенік Ю.А.* Міцність електропровідного неферомагнітного шару. Розмірний ефект // Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології. – 2019. – Вип. 4. – С. 124-130.

THE RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE MODULUS ELASTICITY ON THE SIZE EFFECT OF THE LAYER STRENGTH LIMIT

The problem for the deformable electroconductive nonferromagnetic layer is considered on the basis of the mathematical model of locally non-homogeneous solids. The study of density, thermodynamic electrical potential, electricity charge and components of stress tensor in the layer have done. As a result of the research, a number of conclusions have done regarding the feasibility of taking into account the dependence from elasticity characteristics of the material on density.