

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ НАПРУЖЕНЬ В ТОНКИХ ПЛІВКАХ ПРИ ВИЗНАЧЕНИХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ МАТЕРІАЛУ

Юлія Сенік

НЛТУ України,
yuliya.senik@gmail.com.

Розглянуто безмежний ізотропний деформівний електропровідний неферромагнітний твердий шар, що займає область $-l \leq x \leq l$ у прямокутній декартовій системі координат $\{x, y, z\}$. Шар в цілому електронейтральний, 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 та компонент тензора напружень, у наступному вигляді:

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

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 – 2024», 27–29 травня 2024 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 отриманих розв'язків проведено чисельні дослідження розподілів густини, термодинамічного електричного потенціалу, заряду та напружень, а також 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. Для дослідження реального матеріалу розглянуто сплави на основі титану, що знаходять широке застосування як матеріали спеціального призначення завдяки привабливому комплексу їх властивостей. Такий матеріал має високу питому міцність, меншу пружність і кращу стійкість в корозійному середовищі, а тому в більшій мірі задовольняє вимогам, що наприклад висуваються до матеріалів біомедичного та стратегічного призначення.

- 1 Тарас Нагірний, Костянтин Червінка: Основи механіки локально неоднорідних деформованих 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

STUDY OF STRESS DISTRIBUTION IN THIN FILMS WITH DEFINED MATERIAL CHARACTERISTICS

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.