

ТЕОРЕТИЧНА МОДЕЛЬ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ДЕФОРМАЦІЇ ДВО- ТА ТРИШАРОВИХ ПЛАСТИН

ст.викл. Одноворець Л.В., студ. Сінашенко О.В.

Деформація - це зміна взаємного розташування частинок матеріального середовища, яке приводить до зміни форми та розмірів тіла або його частин та викликає зміну сил взаємодії між частинками, тобто виникнення напружень. Деформованими можуть бути всі речовини. Деформація може бути слідством теплового розширення, взаємодії магнітного та електричного полів та дією зовнішніх механічних сил. Оскільки, на сучасному етапі розвитку мікроприладобудування та оптоелектроніки широке застосування одержали багат шарові плівки та пластини, дослідниками проводяться експериментальні дослідження деформації, тензоефекту та макронапружень в багат шарових зразках на основі металів та напівпровідників, створюються нові теоретичні моделі фізичних процесів деформації.

Авторами [1] запропонована математична модель фізичних процесів малої та великої деформації для дво- та тришарових пластин при зміні температури, побудована методом комп'ютерного моделювання. Об'єктами дослідження були вибрані двошарові Ni/Al_2O_3 , Al/Si та тришарові $Ni/Ni_x(Al_2O_3)_{1-x}/Al_2O_3$ системи. На основі класичної теорії Кирхгофа були отримані математичні співвідношення для різних видів деформації, які пов'язували напругу, кривизну та товщину шарів

біпластини або тришарової пластини з градуйованим шаром - шаром, якій утворюється в результаті взаємної дифузії сусідніх шарів, та могли бути порівняні з експериментальними результатами.

Наприклад, для біпластин Ni/Al₂O₃ величина викривлення поверхні $k = 1,07$ при $\frac{L_x}{d_1 + d_2} = 50$ (L_x - геометричний розмір поверхні біпластини, d_1 , d_2 - товщини першого та другого шару, відповідно); $k = 0,76$ при $\frac{L_x}{d_1 + d_2} = 100$; $k = 0,48$ при $\frac{L_x}{d_1 + d_2} = 150$ і т.д.

Авторами роботи [1] встановлено, що вид деформації залежить від відношення довжини пластини до її загальної товщини або товщини її окремих шарів, від матеріалу зразка та його температури. Збільшення загальної товщини плівки при фіксованій товщині підкладки приводить до виникнення нелінійної пружної деформації. Між двома шарами завжди існує так званий градуйований шар, який виникає завдяки дифузійним процесам та може значно змінювати плоскі напруження. Можна розрахувати максимальне значення напруження, при якому при великих деформаціях відбувається руйнування зразка.

1. Finot M., Suresh S. Small and large deformation of thick and thin-film multi-layers: effects of layer geometry, practicality and compositional gradients // J.Mech. Solids. - V.44, 1 5. - 1996. -P. 683 - 721