

## **ПОЗДОВЖНІ ВЛАСНІ КОЛИВАННЯ ТА ЛІНІЙНИЙ АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ БАЛОК ЗМІННОЇ ТОВЩИНИ З ФУНКЦІОНАЛЬНО- ГРАДІЄНТНОГО МЕТАЛ-МАТРИЧНОГО КОМПОЗИТУ**

**Бурлаєнко В.М.<sup>1</sup>, Марсавіна Л.<sup>2</sup>, Веретельник В.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Національний технічний університет «ХПІ», Харків, Україна*

<sup>2</sup>*Політехнічний університет Тімішоари, Тімішоара, Румунія*

Метал-матричні композити (ММК) – це сучасні матеріали, що складаються з двох різних фаз: металевої матриці та дисперсної армуючої фази. Ці композити широко застосовуються в аерокосмічній галузі завдяки покращеним механічним властивостям, таким як підвищена міцність і жорсткість, знижена теплопровідність і менша густина [1]. У зв'язку з цим подальше вивчення механічної поведінки конструкцій з ММК є важливим для забезпечення їх надійної експлуатації.

У цьому дослідженні розглядається аналіз власних коливань і втрати стійкості балок, виготовлених з функціонально-градієнтних ММК зі змінним поперечним перерізом. Враховано різні граничні умови, форми балок і профілі градієнта матеріалу. Для виведення керівних рівнянь використано балочну теорію Ейлера–Бернуллі та принцип Гамільтона. Гомогенізовані властивості функціонально-градієнтних композитів визначено за правилом сумішей. Припускається, що властивості матеріалу змінюються за степеневим законом уздовж довжини балки. Метод диференціального перетворення використано для отримання напіваналітичних розв'язків, що охоплюють різні типи граничних умов у межах узагальненого підходу до формулювання задачі [2].

Проведено параметричні дослідження, щоб оцінити вплив профілю градієнта матеріалу на власні частоти та критичну силу втрати стійкості балок з ММК. Також проаналізовано комбінований вплив розподілу градієнта матеріалу та варіації поперечного перерізу на ці характеристики. Дослідження виконано також за різних граничних умов, щоб оцінити їхній вплив на частоти власних коливань і критичне навантаження. Результати показали, що збільшення вмісту армуючої фази, що відображається зростанням степеневого показника в розподілі матеріалу, значно покращує характеристики балок з ММК. Зокрема, критичне навантаження на втрату стійкості зростає більш істотно порівняно з основною власною частотою. Крім того, як варіація поперечного перерізу, так і граничні умови суттєво впливають на зміну частоти власних коливань та критичного навантаження.

### **Література:**

1. Gupta P.K. Metal matrix composites for sustainable products: A review on current development/ Gupta PK, Trivedi AK, Gupta MK, Dixit M. // Proc. Inst. Mech. Eng., Part L, vol. 238 N. 10, 2024. – P. 1827-1864.
2. Burlayenko V.N. Free vibration analysis of functionally graded carbon nanotube-reinforced beams with variable cross-section using the differential transform method / Burlayenko V.N., Sadowski T., Marsavina L. // Meccanica, 2025. – In press.