

# ZASTOSOWANIE ENERGETYCZNEGO KRYTERIUM RYCHLEWSKIEGO DO OCENY WYŁĘŻENIA ANIZOTROPOWYCH CIENKICH WARSTW WYKAZUJĄCYCH EFEKT RÓŻNICY WYTRZYMAŁOŚCI

Piotr Kordzikowski

Katedra Wytrzymałości Materiałów, Instytut Mechaniki Budowli,  
Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Krakowska,  
ul. Warszawska 24, 31-620 Kraków  
[pk@limba.wil.pk.edu.pl](mailto:pk@limba.wil.pk.edu.pl)

Celem pracy jest zastosowanie energetycznego kryterium J. Rychlewskiego [1, 2], służącego do określenia sprężystych stanów granicznych, do oceny wyłężenia w anizotropowych cienkich warstwach. Wykorzystano wyniki badań doświadczalnych dla kartonu [3, 4] oraz rezultaty atomowych obliczeń numerycznych symulujących deformację materiałów amorficznych [5]. Wspólną cechą wymienionych materiałów są różne własności wytrzymałościowe, tzw. efekt różnicy wytrzymałości – ang. Strength Differential Effect, a w konsekwencji asymetria zakresu sprężystego, w zależności od sposobu obciążenia wywołującego dany stan naprężenia w ciele. W pracy sformułowano, zatem energetyczne kryterium wyłężenia dla anizotropowych cienkich warstw wykazujących SDE, czyli z asymetrią zakresu sprężystego. Specyfikację takiego warunku energetycznego przeprowadzono na podstawie analizy warunków wyłężenia dla cienkich warstw [6] w połączeniu ze zmierzonymi charakterystykami sprężystymi i wytrzymałościowymi dla kartonu [3, 4] oraz dla metalu amorficznego [5]. Przedstawiono również graficzną interpretację asymetrycznego warunku energetycznego w układzie osi własnych (w przestrzeni stanów własnych). Wykazano, że w każdej ćwiartce tego układu może być inna krzywa graniczna, odpowiadająca wytrzymałościowym własnościom materiału określonym na drodze doświadczenia w układzie osi głównych (w przestrzeni naprężeń głównych). Przeprowadzona analiza daje podstawę do wyznaczenia tensora stanu granicznego dla anizotropowych cienkich warstw.

## Literatura

- 1 J. Rychlewski: Elastic energy decomposition and limit criteria, Uspekhi Mekh. - Advances in Mech., 1984, t. 7, s. 51÷80 (po rosyjsku).
- 2 J. Rychlewski: Unconventional approach to linear elasticity, Arch. Mech., 1995, t. 47, s. 149÷171.
- 3 J. C. Suhling, R. E. Rowlands, M. W. Johnson, D. E. Gunderson: Tensorial Strength Analysis of Paperboard, Exp. Mech., 1985, s. 75-84
- 4 M. W. Biegler, M. M. Mehrabadi: An energy-based constitutive model for anisotropic solids subject to damage, Mechanics of Materials, 1995, t. 19, s. 151-164
- 5 A. C. Lund, C. A. Schuh: Strength asymmetry in nanocrystalline metals under multiaxial loading, Acta Materialia, 2005, t. 53, s. 3193-3205.
- 6 J. Ostrowska-Maciejewska, R. B. Pęcherski: Anizotropia sprężysta i wyłężenie cienkich warstw i powłok, Kraków 2006, IMIM PAN-IPPT PAN, Orekop.