

Michał Szymczyk

# Zastosowanie teorii lepkoplastyczności niecałkowitego rzędu do opisu zachowania materiałów metalicznych w procesach ekstremalnie dynamicznych

---

## Abstrakt

---

Modele konstytutywne uwzględniające wpływ prędkości deformacji stosowane są inżynierii lądowej w zagadnieniach analizy dynamicznego zachowania konstrukcji. Zastosowanie ww. modeli w programach wykorzystujących np. metodę elementów skończonych dostarcza zaawansowanych narzędzi analizy. Ponadto, modele konstytutywne winny, dla ww. klasy zagadnień, uwzględniać anizotropię materiału, efekty nielocalne oraz niestowarzyszone prawo płynięcia plastycznego. Celem niniejszej pracy jest opracowanie modelu obejmującego wspomniane cechy, w szczególności dla materiałów metalicznych.

Do badań wybrano lepkoplastyczny model Perzyny, który uwzględnia umocnienie zależne od prędkości deformacji oraz mechanizm mikrouszkodzenia z wpływem efektów termicznych (proces adiabatyczny). W powyższym modelu zastosowano uogólnienie bazujące na pochodnych niecałkowitego rzędu w celu rozbudowania go o właściwości nielocalne oraz anizotropowe. Przeprowadzono analizy numeryczne na poziomie punktu materialnego oraz symulację testu dynamicznego rozciągania dla trójwymiarowej próbki przy różnych parametrach modelu oraz różnych prędkościach wymuszenia. W ostatnim przypadku dużo uwagi poświęcono na badania procesu lokalizacji odkształceń. Ponadto dokładnie zbadano ewolucję parametrów wewnętrznych modelu.

Wyniki analiz numerycznych wykazały, że model lepkoplastyczny wykorzystujący pochodne ułamkowe wykazuje efekty nielocalne, a także anizotropię w intensywności i kierunku deformacji. Zaobserwowano także kierunkową naturę w rozpraszaniu energii fal mechanicznych. Anizotropia została także zauważona w lokalizacji odkształceń plastycznych oraz kształtach jakie przyjmowała strefa deformacji. Efekty nielocalne i zależne od kierunku zauważono także w ewolucji parametrów wewnętrznych modelu. W konkluzji, wyniki odzwierciedlają rezultaty uzyskane w dostępnych w literaturze badaniach eksperymentalnych.

Na podstawie osiągniętych rezultatów można przyjąć, że teza tej rozprawy, w której stwierdzono, iż *sformułowanie modelu lepkoplastycznego wykorzystujące pochodne ułamkowe poprawia opis zachowania metali obciążonych dynamicznie*, jest prawidłowa.