

POLITECHNIKA ŚLĄSKA
WYDZIAŁ MECHANICZNY TECHNOLOGICZNY

Katedra Mechaniki i Inżynierii Obliczeniowej

Praca doktorska

Modelowanie i optymalizacja materiałów niejednorodnych
z wykorzystaniem obliczeń ziarnistych

mgr inż. Marcin Hatłas

Promotor: dr hab. inż. Witold Beluch
Promotor pomocniczy: dr hab. inż. Jacek Ptaszny

Gliwice 2021

STRESZCZENIE

Celem pracy było sformułowanie i rozwiązanie zadań ziarnistej homogenizacji numerycznej (GCH - Granular Computational Homogenisation) oraz odwrotnej ziarnistej homogenizacji numerycznej (GCIH - Granular Computational Inverse Homogenisation), pozwalających na analizę, optymalizację i identyfikację materiałów o niepewnych parametrach mikrostruktury. Niepewności parametrów mikrostruktury zostały przyjęte w formie liczb przedziałowych oraz liczb rozmytych. Zastosowano metody redukcji modeli numerycznych, bazujące na powierzchniach odpowiedzi. Do rozwiązania problemów brzegowych zastosowano metodę elementów skończonych. Poprawność i efektywność zaproponowanej metody potwierdzono za pomocą przykładów obliczeniowych. Wykonane modele numeryczne dotyczyły kompozytów włóknistych, kompozytów wzmacnianych cząstkami, struktur porowatych oraz materiałów auksetycznych. Wyniki obliczeń porównano z modelami numerycznymi otrzymanymi na podstawie klasycznej metody homogenizacji numerycznej i metody elementów skończonych, oraz – dla prostych geometrycznie struktur mikroskopowych – z wynikami otrzymanymi metodami analitycznymi. Przedstawioną metodę wykorzystano również do optymalizacji mikrostruktury materiałów niejednorodnych z uwzględnieniem niepewności danych wejściowych. W tym celu zastosowano metody optymalizacji globalnej w postaci jedno- i wielokryterialnego algorytmu ewolucyjnego. Przedstawione przykłady numeryczne potwierdzają skuteczność takiego podejścia. Zaproponowane podejście umożliwia szybkie i wystarczająco dokładne oszacowanie przedziałów wartości niepewnych zastępczych danych materiałowych. Zastosowanie opracowanej metody pozwala na efektywne wykorzystanie obliczonych danych materiałowych do analizy makroskopowych układów mechanicznych opisanych liniowymi i nieliniowymi związkami konstytutywnymi.