

Prof. dr hab. inż. Tadeusz BURCZYŃSKI, czł. koresp. PAN
Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN
ul. A. Pawińskiego 5B
02-106 Warszawa
e-mail: tburczynski@ippt.pan.pl

Warszawa, 13.05.2017

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgra inż. Witolda Ogiermana

Homogenizacja materiałów niejednorodnych z uwzględnieniem anizotropii oraz nieliniowych związków konstytutywnych

1. Uwagi ogólne

Rozprawa doktorska mgra inż. Witolda Ogiermana poświęcona jest badaniom nad opracowaniem oryginalnej i efektywnej metody homogenizacji materiałów niejednorodnych z jednoczesnym uwzględnieniem rozkładu orientacji inkluzji i nieliniowych związków konstytutywnych.

Podjęcie tej tematyki badawczej należy uznać za niezwykle trafne z uwagi na prowadzone obecnie badania nad opracowaniem efektywnych komputerowych metod obliczeniowych umożliwiających uwzględnienie niejednorodności materiału.

Praca powstała na Wydziale Mechanicznym Technologicznym Politechniki Śląskiej, a jej promotorem jest dr hab. inż. Grzegorz Kokot.

Biorąc pod uwagę cel i zakres rozprawy, można ją z całą pewnością zakwalifikować do dyscypliny mechanika.

2. Zakres rozprawy

Rozprawa zawiera 116 stron. Składa się ze spisu treści, dziesięciu rozdziałów, bibliografii oraz streszczeń w j. polskim i angielskim.

Rozdział 1. ma charakter wprowadzenia i zawiera zwięzłe, syntetyczne informacje dotyczące zagadnień związanych z homogenizacją, cel i tezę pracy oraz przegląd treści rozprawy.

Rozdział 2. poświęcony jest opisowi najbardziej znanych materiałów inżynierskich, których cechą charakterystyczną jest niejednorodna orientacja przestrzenna faz.

Przeгляд najbardziej znanych metod homogenizacji przedstawiony jest w rozdziale 3.

W rozdziale 4 Doktorant zaprezentował metodę homogenizacji uśredniania orientacji.

Numeryczna weryfikacja tej metody dla zagadnień liniowo-sprężystych przedstawiona jest w rozdziale 5.

W rozdziale 6. przedstawiono podstawy teoretyczne zaproponowanej przez Doktoranta metody optymalnej dyskretyzacji pseudo-ziarnami.

Rozdział 7. zawiera opis opracowanej koncepcji homogenizacji opartej na metodzie optymalnej dyskretyzacji pseudo-ziarnami wraz z dwukrokovym schematem obliczeniowym. Numeryczne wyniki analizy materiału w zakresie sprężysto-plastycznym uzyskane metodą dwukrokovą i ich porównanie z wynikami bezpośredniej homogenizacji przedstawione są w rozdziale 8.

Zastosowanie metody optymalnej dyskretyzacji pseudo-ziarnami do tworzenia reprezentatywnych elementów objętościowych o zadanym rozkładzie orientacji inkluzji przedstawione jest w rozdziale 9.

Wnioski wynikające z rozprawy oraz kierunki dalszych badań zawarte są w rozdziale 10.

Bibliografia zawiera 94 pozycji, w tym 6 pozycji jest współautorstwa Doktoranta.

3. Ocena merytoryczna

Oceniana rozprawa doktorska poświęcona jest bardzo aktualnej problematyce badawczej związanej rozwojem efektywnych metod obliczeniowych służących do analizy układów zbudowanych z materiałów silnie niejednorodnych.

Doktorant podjął w swojej rozprawie oryginalną tematykę badawczą związaną z rozwojem i zastosowaniem metod homogenizacji materiałów niejednorodnych, przy jednoczesnym uwzględnieniu niejednorodnej orientacji przestrzennej faz oraz nieliniowych związków konstytutywnych.

Doktorant przebadął gruntownie metodę uśredniania orientacji, która wymaga analizy materiału jednokierunkowego oraz uwzględnienia informacji o rozpatrywanym rozkładzie orientacji. W tym celu zastosował bezpośrednią homogenizację opartą na zastosowaniu metody elementów skończonych oraz metodę Mori-Tanaki.

W zastosowanym podejściu przyjęto tensorowe ujęcie rozkładu orientacji faz poprzez uwzględnienie tensorów orientacji rzędów drugiego i czwartego.

Doktorant zbadał dokładność metody uśredniania orientacji dla zagadnień liniowo-sprężystych w odniesieniu do wyników bezpośredniej homogenizacji, przeprowadzonej przy zastosowaniu koncepcji reprezentatywnego elementu objętościowego (RVE) o złożonej geometrii, poprzez porównanie efektywnych tensorów sztywności wyznaczonych poszczególnymi metodami.

Doktorant dodatkowo zbadał wpływ wykorzystania metod aproksymacji tensora orientacji czwartego rzędu na dokładność wyznaczanych tensorów sztywności.

Metoda uśredniania orientacji w przypadku zagadnień fizycznie nieliniowych wymagała zastosowania dwukrokoviej procedury homogenizacji. W tym celu wprowadzona została dyskretyzacja materiału za pomocą tzw. pseudo-ziaren. Doktorant opracował nową oryginalną metodę wyznaczania parametrów pseudo-ziaren, którą nazwał optymalną dyskretyzacją pseudo-ziarnami. Optymalne parametry pseudo-ziaren wyznaczone są w procesie

optymalizacji ewolucyjnej dla kryterium minimalizacji względnej różnicy pomiędzy zadanymi i obliczonymi składowymi tensora orientacji czwartego rzędu.

Doktorant opracował metodę homogenizacji opartą na schemacie dwukrokowym z wykorzystaniem optymalnej dyskretyzacji pseudo-ziarnami. Zaproponowana metoda umożliwia jednoczesne uwzględnienie dowolnego rozkładu orientacji inkluzji oraz nieliniowych związków konstytutywnych. Doktorant zbadał dokładność metody na przykładach wybranych materiałów o różnych rozkładach orientacji inkluzji i pustek zarówno w zakresie liniowo-sprężystym jak i sprężysto-plastycznym.

Doktorant opracował także nową metodę generowania trójwymiarowej geometrii RVE o dowolnym rozkładzie orientacji inkluzji. Istotną cechą tej nowej i oryginalnej metody jest określenie orientacji przestrzennej poszczególnych inkluzji. Doktorant zaproponował do rozwiązania tego zagadnienia opracowaną metodę optymalnej dyskretyzacji pseudo-ziarnami, co znacznie zredukowało liczbę inkluzji wymaganych do odtworzenia zadanego rozkładu orientacji w stosunku do metod dotychczas stosowanych, zdecydowanie zmniejszając przy tej okazji rozmiar zadania obliczeniowego.

Doktorant sprawdził skuteczność opracowanej metody generując RVE dla wybranych materiałów kompozytowych i porowatych oraz przeprowadzając na ich podstawie bezpośrednią homogenizację z wykorzystaniem metody elementów skończonych.

Do najważniejszych osiągnięć Doktoranta należy zaliczyć:

- zbadanie dokładności metody uśredniania orientacji dla zagadnień liniowo-sprężystych w odniesieniu do wyników bezpośredniej homogenizacji, przeprowadzonej przy zastosowaniu RVE,
- opracowanie nowej oryginalnej metody wyznaczania parametrów pseudo-ziaren nazwaną optymalną dyskretyzacją pseudo-ziarnami,
- opracowanie metody homogenizacji opartej na schemacie dwukrokowym z wykorzystaniem optymalnej dyskretyzacji pseudo-ziarnami do zagadnień nieliniowych,
- opracowanie nowej metody generowania trójwymiarowej geometrii RVE o dowolnym rozkładzie orientacji inkluzji.

Oryginalne wyniki swoich prac przedstawił Doktorant w opublikowanych pracach (por. wniosek końcowy).

Zamieszczone w rozprawie wyniki badań świadczą o bardzo dobrej znajomości problematyki badawczej, dużej pomysłowości i profesjonalności Doktoranta.

Struktura rozprawy jest logiczna i bardzo dobrze przemyślana. Zwraca uwagę duża pieczołowitość w przygotowaniu wyników obliczeń numerycznych.

4. Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska mgra inż. Witolda Ogiermana jest bardzo interesującym studium z zakresu homogenizacji obliczeniowej materiałów niejednorodnych.

Zamieszczone w rozprawie badania symulacyjne oparte na obliczeniach numerycznych, świadczą o bardzo dobrym rozeznaniu Doktoranta w obszarze objętym rozprawą.

Główny cel rozprawy został osiągnięty, a uzyskane wyniki stanowią istotny wkład w rozwój metod homogenizacji obliczeniowej.

Doktorant wykazał się bardzo dużą wiedzą i doświadczeniem oraz posiada istotny i wartościowy dorobek publikacyjny.

Biorąc pod uwagę przedstawioną opinię stwierdzam, iż rozprawa doktorska mgra inż. Witolda Ogiermana w pełni odpowiada wymogom stawianym rozprawom doktorskim.

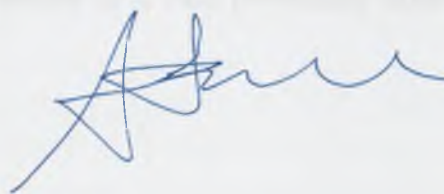
Doktorant jest bardzo dobrze przygotowany do prowadzenia samodzielnych badań naukowych, zwłaszcza w zakresie zaawansowanych obliczeń konstrukcji zbudowanych z materiałów niejednorodnych.

Dlatego uważam, że przedstawiona rozprawa doktorska w pełni spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim przez obecnie obowiązującą ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki i wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony przed Radą Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Śląskiej.

Ponadto Doktorant jest współautorem trzech bardzo dobrych publikacji naukowych związanych z zakresem merytorycznym rozprawy:

- *Ogierman W., Kokot G.: Homogenization of inelastic composites with misaligned inclusions by using the optimal pseudo-grain discretization. International Journal of Solids and Structures, 113-114, 2017, s. 230-240, IF=2.081, pkt. 40.*
- *Ogierman W., Kokot G.: A study on fibre orientation influence on mechanical response of short fibre composite structure. Acta Mechanica, 227 (1), 2016, s. 173-183. IF=1.694, pkt. 30.*
- *Ogierman W., Kokot G.: Modeling of constitutive behavior of anisotropic composite material using multi-scale approach. Mechanika, 21(2), 2015, s. 118-122, IF=0.277, pkt. 15.*

Dlatego z uwagi na wysokim poziom naukowy rozprawy oraz dorobek publikacyjny Doktoranta, zgłaszam wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgra inż. Witolda Ogiermana.



Tadeusz Burczyński