

Warszawa, dnia 5 grudnia 2008 r.

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra Tomasza Bednarka pt.

*„Komputerowe wspomaganie procesu projektowania konstrukcji drgających z uwzględnieniem zmęczenia materiału”*

Tematem recenzowanej rozprawy jest analiza numeryczna konstrukcji poddanych cyklicznym obciążeniom pod kątem ich trwałości zmęczeniowej i podatności na wymuszone drgania. Jest to ważny problem z punktu widzenia praktycznych zastosowań. Obowiązujące normy dozoru technicznego, dotyczące wytrzymałości zmęczeniowej konstrukcji, uwzględniają szereg prostych, najczęściej dwuwymiarowych przypadków i szacują wartości naprężeń w niebezpiecznych miejscach, tj. krawędziach o typowej geometrii, za pomocą różnych empirycznych współczynników koncentracji. Złożony, trójwymiarowy stan naprężenia w elementach konstrukcyjnych maszyn lub budowli uniemożliwia stosowanie wyznaczonych tam reguł lub prowadzi do znacznego przeszacowania wymaganych wymiarów, co wiąże się z wysokimi kosztami. Dlatego ważne jest opracowywanie numerycznych metod szacowania trwałości zmęczeniowej dla dowolnie skomplikowanych geometrycznie elementów konstrukcyjnych. Równie ważne jest wyznaczanie z możliwie dużą dokładnością częstości drgań własnych takich elementów i optymalizowanie wymiarów pod kątem unikania niebezpiecznych rezonansów dynamicznych, które rzutują m.in. na trwałość zmęczeniową. Podjęcie tego zadania przez Autora uważam więc za słuszne i celowe.

Rozprawa składa się z siedmiu rozdziałów, dodatku i spisu bibliografii. We wstępnym rozdziale 1 Autor przedstawia motywację podjęcia tematu, zakres i cel pracy oraz koncepcję jego realizacji. Dokonuje również przeglądu literatury dotyczącej przedmiotu swojej pracy. W rozdziale 2 przypomniane są podstawy metody elementów skończonych z uwypukleniem aspektów istotnych dla obliczeń rozważanych zagadnień, a mianowicie kwestii modelowania geometrycznego krawędzi i innych rejonów koncentracji naprężeń.

Rozdział 3 zawiera przegląd znanych metod oceny trwałości zmęczeniowej. Autor omawia dwie metody obliczeń — metodę naprężeń nominalnych (z uwzględnieniem obciążeń niesymetrycznych i zmiennoamplitudowych) oraz metodę wykorzystującą mechanikę uszkodzeń. Podaje równania matematyczne oraz buduje algorytmy numeryczne oraz oparte na nich procedury numeryczne służące do implementacji tych metod w profesjonalnym programie do analizy MES. Na koniec analizuje dwa przykłady testowe — próbki cylindrycznej z krawędzią oraz cylindra hydraulicznego — w których wyniki obliczeń numerycznych porównane są z dostępnymi danymi doświadczalnymi. W kolejnym rozdziale 4 Autor rozszerza swoje rozważania na kwestię niezawodności konstrukcji ze względu na zmęczenie materiału i ilustruje je omówionym wcześniej przykładem cylindra hydraulicznego, dla którego wyznacza wskaźniki niezawodności.

W rozdziale 5 Autor omawia znane sformułowanie drgań swobodnych konstrukcji w ujęciu MES, sprowadzające się z matematycznego punktu widzenia do uogólnionego zagadnienia