

Dr hab. inż. Waław Kuś, prof. Pol. Śl.
Instytut Mechaniki i Inżynierii Obliczeniowej
Politechnika Śląska
44-100 Gliwice, Konarskiego 18a

Gliwice, 10.02.2016r

RECENZJA

pracy doktorskiej mgr inż. Anny Rębosz-Kurdek
pt. „Optymalizacja konstrukcji prętowych przy zastosowaniu pochodnej topologicznej
i skończonych modyfikacji topologii”

Podstawa opracowania recenzji:

pismo MD-510/459/2015 pana Prof. dr hab. Zbigniewa Koruba, Dziekana Wydziału
Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej.

1. Uwagi ogólne

Opiniowana praca została wykonana w Zakładzie Metod Optymalizacji, Katedrze Inżynierii Produkcji Wydziału Zarządzania i Modelowania Komputerowego Politechniki Świętokrzyskiej pod kierunkiem dr hab. inż. Dariusza Bojczuka, Prof. Politechniki Świętokrzyskiej. Rozprawa doktorska dotyczy optymalizacji układów prętowych z wykorzystaniem pochodnej topologicznej i skończonych modyfikacji topologii. W ramach pracy przedstawiono koncepcję pochodnej topologicznej oraz skończonych modyfikacji topologii zarówno dla układów ciągłych jak również prętowych. Omówiono aktualny stan wiedzy związany z optymalizacją konstrukcji metodami klasycznymi jak również inspirowanymi biologicznie. W pracy zawarto badania własne Autorki związane z opracowaniem metody optymalizacji układów prętowych z wykorzystaniem informacji o pochodnej topologicznej oraz skończonych modyfikacjach topologii. Autorka opracowała metody rozwiązania wielu grup problemów optymalizacji z wykorzystaniem algorytmów, które następnie przetestowała dla wybranych układów prętowych. Wybrane zadania optymalizacji zostały porównane ze znanymi rozwiązaniami, co pozwoliło na potwierdzenie poprawności uzyskiwanych wyników.

2. Przegląd treści rozprawy

Praca doktorska składa się z siedmiu rozdziałów, spisu literatury (111 pozycji), spisu rysunków i tabel oraz streszczeń w języku polskim i angielskim. Układ pracy jest poprawny, rysunki zawarte w pracy są czytelne i ich liczba jest odpowiednia.

W rozdziale pierwszym pracy doktorskiej znajduje się wprowadzenie, przegląd literatury związanej z optymalizacją konstrukcji. Przedstawiony został również cel oraz zakres pracy.

Rozdział drugi poświęcony jest pochodnej topologicznej. Przedstawiono w nim aktualny stan wiedzy związany z koncepcją oraz przykładowymi zastosowaniami pochodnej topologicznej. Omówiono zastosowania zarówno dla układów ciągłych oraz prętowych. Autorka przedstawiła szczegółowo równania dla konstrukcji wykonanych z materiałów liniowo-sprężystych jak również analizę wrażliwości wraz z koncepcją pochodnej topologicznej ze względu na wprowadzenie elementów sprężystych i przegubowych.

W rozdziale trzecim Autorka omówiła koncepcję skończonych modyfikacji topologii oraz jej zastosowanie w optymalnym projektowaniu konstrukcji. Przedstawiono ogólną koncepcję jak również jej zastosowania w odniesieniu do projektowania układów ciągłych i prętowych.

Czwarty rozdział, jak również kolejne, prezentują badania własne Autorki pracy. Rozdział zawiera sformułowania problemów optymalizacji, warunki wprowadzenia modyfikacji topologii oraz algorytm optymalizacji. W rozdziale tym przedstawiono sformułowanie problemu, które rozwiązana stosując programowanie liniowe. Rozpatrywano problem minimalizacji kosztu konstrukcji przy ograniczeniu na jej sztywność, jak również przy warunkach ograniczających związanych z wartościami naprężeń w konstrukcji, ograniczeniami związanymi z wyboczeniem i geometrią układu. Rozpatrywane zadania optymalizacji zilustrowano sześcioma przykładami optymalizacji kratownic. W przykładach prowadzono optymalizację zarówno topologii jak również konfiguracji kratownic. Otrzymane wyniki porównano z wynikami dostępnymi w literaturze, uzyskano zbliżone rezultaty.

Rozdział piąty poświęcony jest optymalizacji układów prętowych w której kryterium sformułowano jako maksymalizację obciążeń krytycznych i ograniczeniach związanych z wyboczeniem prętów. W rozdziale sformułowano problem optymalizacji, przedstawiono warunki optymalności oraz przedstawiono algorytm optymalizacji. Rozważania teoretyczne zilustrowano trzema przykładami optymalizacji prętów z różnymi warunkami brzegowymi.

W rozdziale szóstym sformułowano problem oraz rozwiązano zadania optymalizacji dla funkcji celu związanej z maksymalizacją częstości drgań własnych konstrukcji prętowych. Rozdział ten został opracowany podobnie jak poprzednie, przy czym skupiono się na problemie maksymalizacji częstości drgań własnych. W tym celu sformułowano problem optymalizacji, omówiono warunki optymalności, opracowano algorytm optymalizacji oraz przedstawiono trzy przykłady ilustrujące zastosowanie opracowanej metody.

Rozdział siódmy zawiera podsumowanie pracy.

W pracy Autorka powołuje się na 3 pozycje literaturowe, których jest współautorką, z czego jedna z pozycji jest materiałem pokonferencyjnym kongresu 10th WCSMO, a dwie pozostałe są opublikowane w czasopismach z listy Journal Citation Reports (*Bulletin of Polish Academy of Sciences, Journal of Theoretical and Applied Mechanics*).

3. Ocena merytoryczna

Rozprawa doktorska dotyczy problematyki badawczej z zakresu mechaniki. Zasadniczym celem pracy było sformułowanie zadań optymalizacji dla układów prętowych oraz ich rozwiązania z wykorzystaniem m.in. pochodnej topologicznej. Podjęcie się realizacji tak postawionego zadania wymagało od Doktorantki zapoznania się z algorytmami optymalizacji, metodami analiz ustrojów prętowych, metod optymalizacji i analizy wrażliwości. Doktorantka wykazała się umiejętnością prowadzenia interdyscyplinarnego badań obejmujących mechanikę, matematykę, informatykę.

Stwierdzam, że do istotnych i oryginalnych elementów pracy należy zaliczyć:

- opracowanie algorytmów optymalizacji topologii i konfiguracji układów kratowych zarówno dwuetapowych jak i równoczesnych,
- zastosowanie pochodnej topologicznej oraz skończonych modyfikacji topologii w rozpatrywanych problemach,
- sformułowanie problemów optymalizacji dla wielu postaci funkcji celu oraz ograniczeń,
- opracowanie warunków wprowadzania modyfikacji topologii w rozważanych problemach optymalizacji,
- liczne testy numeryczne potwierdzające skuteczność zaproponowanych metod i algorytmów optymalizacji,
- weryfikację wyników poprzez porównanie z istniejącymi rozwiązaniami, pochodzącymi z literatury.

W trakcie lektury rozprawy nasunęły mi się następujące uwagi, które mają charakter dyskusji i nie podważają wartości pracy doktorskiej:

- w pracy wielokrotnie pojawiają się określenie na najlepsze otrzymane rozwiązanie – rozwiązanie optymalne, tak naprawdę nie jesteśmy w stanie powiedzieć, czy rozwiązanie to ma charakter optimum lokalnego czy też globalnego, praca nie zawiera również dowodów, które pozwalałyby mówić, że uzyskany wynik to optimum lokalne. Problem z nazewnictwem najlepszych otrzymanych rozwiązań (dla danego algorytmu, jego parametrów) pojawia się w wielu publikacjach, wydaje się jednak, że nadużywanie słowa optymalny może prowadzić do pewnych niejasności. W pracy pojawiają się również

stwierdzenie rozwiązania optymalne o prawie jednakowej wartości funkcji celu. O ile w praktyce inżynierskiej, ze względu na niedokładności wymiarów, parametrów materiałowych konstrukcji, itp., takie rozwiązania są rzeczywiście równorzędne, o tyle w pracy, w której stosujemy zaawansowany aparat matematyczny, należałoby bardziej różnicować te rozwiązania nazywając rozwiązaniami lokalnie optymalnymi (jeśli nimi są) lub też najlepszymi uzyskanymi wynikami.

Uwagi szczegółowe:

- schematy blokowe algorytmów powinny być (np. str. 64) powinny być tworzone z użyciem typowych symboli stosowanych w informatyce (np. z wykorzystaniem standardu UML)
- użycie nazewnictwa anglojęzycznego powinno być w parze z polskimi odpowiednikami, np. str. 16: layout optimization, generalized shape optimization,
- porównania uzyskanych wyników byłyby czytelniejsze, jeśli przedstawiono by na jednym rysunku rozwiązanie uzyskane przez Autorkę z rozwiązaniem istniejącym w literaturze (np. używając różnych kolorów lub typów linii),
- wyniki przedstawione w tabelach np. 4.2 byłyby czytelniejsze, jeśli zamiast informacji „Projekt z rys. 4.17” wpisano by „rozwiązanie z pracy [2]”.

4. Wniosek końcowy

Pragnę stwierdzić, że mgr inż. Anna Rębosz-Kurdek wykazała umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych, a recenzowana praca doktorska spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim przez ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dn. 14 marca 2003r (Dz.U. 2003 nr 65 poz. 595) z późniejszymi zmianami i wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony przed Radą Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej.

Wnoszę o wyróżnienie pracy.

Praca jest wyróżniająca się ze względu na interdyscyplinarność prowadzonych badań naukowych podczas jej realizacji oraz szerokie spektrum rozważanych problemów optymalizacji.

Z-ca DYREKTORA
Instytutu Mechaniki i Inżynierii
Obliczeniowej
dr hab. inż. Wacław Kuś,
prof. h.c. w Pol. Śl.