

mgr inż. Anna Rębosz-Kurdek
Katedra Inżynierii Produkcji
Wydział Zarządzania i Modelowania Komputerowego
Politechnika Świętokrzyska w Kielcach
25-314 Kielce, Al. Tysiąclecia P. P. 7

Streszczenie rozprawy doktorskiej pt.

Optymalizacja konstrukcji prętowych przy zastosowaniu pochodnej topologicznej i skończonych modyfikacji topologii

Niniejsza praca dotyczy zagadnień optymalnego projektowania konstrukcji prętowych wykonanych z materiału liniowo-sprężystego przy wykorzystaniu koncepcji opartej na pochodnej topologicznej oraz koncepcji opartej na skończonych zmianach topologii. Przedstawiono zarówno podstawy teoretyczne zaproponowanych koncepcji, jak również ich wykorzystanie do procedur obliczeniowych.

W pracy sformułowano dwa typy warunków wprowadzania modyfikacji konstrukcji prętowych przez wprowadzenie dodatkowych elementów (prętów lub podpór). Pierwszy typ warunków dotyczy modyfikacji nieskończone małych i można go analizować przy wykorzystaniu podejścia wariacyjnego opartego o pochodną topologiczną. Drugi typ warunków wprowadzania modyfikacji konstrukcji dotyczy modyfikacji skończonych. W tym przypadku zmiana topologii konstrukcji jest opisana poprzez skończone zmiany parametrów topologicznych, którym towarzyszą skończone zmiany wartości rozważanych funkcjonałów. Omówiono także zastosowanie tych warunków w algorytmach optymalizacji.

W części teoretycznej pracy omówiono, w ujęciu ogólnym, koncepcję pochodnej topologicznej w optymalnym projektowaniu konstrukcji, ze szczególnym uwzględnieniem konstrukcji prętowych. Uwaga została zwrócona tutaj na wyznaczenie pochodnej topologicznej funkcjonału przemieszczeniowego oraz wybranego funkcjonału kosztu ze względu na parametr topologiczny związany z wprowadzeniem dodatkowego elementu sprężystego w obszar konstrukcji prętowej, jak również sformułowano warunki pozwalające na przyjęcie lub odrzucenie określonych modyfikacji topologii. Ponadto, omówiono koncepcję skończonych modyfikacji topologii w optymalnym projektowaniu konstrukcji. Przedstawiono tutaj, w ujęciu ogólnym, sposoby oceny efektu skończonych modyfikacji topologii oraz pokazano zastosowanie tej koncepcji do rozwiązywania problemów optymalizacji na przykładzie konstrukcji ciągłych i prętowych. Sformułowano warunki wprowadzenia skończonych modyfikacji topologii.

Przedstawione w części teoretycznej pracy koncepcje pochodnej topologicznej i zmian skończonych, zostały wykorzystane w części praktycznej do optymalnego projektowania konstrukcji prętowych.

Opracowano i przetestowano dwa alternatywne algorytmy optymalizacji konstrukcji kratowych. W pierwszym użyto podejścia dwuetapowego składającego się z występujących na przemian etapów optymalizacji topologii i konfiguracji, zaś drugi sprowadza się do jednoczesnej optymalizacji ze względu na parametry topologiczne i konfiguracyjne. W rozważaniach dotyczących optymalizacji topologii przyjęto założenie, że zmianie podlega układ prętów, natomiast ich ilość pozostaje stała. Wykorzystano tutaj metodę wymiany prętów bazującą na koncepcji tzw. prętów wirtualnych wybieranych na podstawie warunku

opartego na pochodnej topologicznej. W szczególności badania dotyczyły problemu minimalizacji kosztu przy więzach nałożonych na globalną sztywność. Analogiczne rozważania przeprowadzono także dla problemu minimalizacji kosztu przy warunkach naprężeniowych i wyboczeniowych oraz warunkach geometrycznych.

Ponadto, rozważaniom poddano problem maksymalizacji obciążenia krytycznego przy wyboczeniu oraz problem maksymalizacji wybranej (najmniejszej) częstości giętnych drgań własnych ze względu na liczbę dodatkowych podpór sprężystych, ich sztywność i położenie (bądź liczbę i położenie podpór sztywnych), a także ze względu na pole przekroju poprzecznego konstrukcji prętowej. Sformułowano warunki modyfikacji topologii przez wprowadzenie nowej podpory sprężystej bądź podpory sztywnej. Podstawowym narzędziem przy formułowaniu tych warunków były pochodne topologiczne i wartości skokowej zmiany funkcji celu wywołane wprowadzeniem odpowiedniej modyfikacji topologii. Następnie warunki te wykorzystano do opracowania algorytmów optymalizacji konstrukcji prętowych wraz z ich podparciem. Przeprowadzono rozważania dotyczące ilości potrzebnych podpór w zależności od warunków zamocowania i wartości parametrów kosztowych.

Opracowane w niniejszej pracy metody optymalizacji stanowią uzupełnienie i rozwinięcie dotychczasowych badań w tym zakresie, a ich skuteczność i efektywność potwierdzono poprzez rozwiązanie stosownych przykładów numerycznych.