

Projekt badawczy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego

pt.:

Optymalizacja topologiczna konstrukcji inżynierskich.

Jednoczesny dobór kształtu i lokalnych cech materiałowych

Nr N506 071338

Kierownik Projektu: T Lewinski

okres prac: od 14 IV 2010 do 13 IV 2013

Streszczenie projektu

Przewiduje się rozważenie następujących zagadnień projektowania optymalnego

1. Dobór parametrów mikrostrukturalnych płyt i powłok dwuskładnikowych realizujący warunek minimalnej podatności globalnej przy przyjęciu danej ilości obu składników. Zadanie po relaksacji (z wykorzystaniem teorii homogenizacji) redukuje się do poszukiwania parametrów konstytutywnych mikrostruktur hierarchicznych na których realizuje się minimum podatności globalnej. Mikrostruktury te mogą być zastąpione materiałem kompozytowym możliwym w praktycznej realizacji

2. Znajdowanie optymalnego rozkładu parametrów określających anizotropowe moduły sprężyste powłok, płyt i brył sprężystych o budowie niejednorodnej zapewniającego maksymalną sztywność przy warunkach danego rozkładu modułów Kelvina lub przy warunku na całkę ze śladu tensora Hooke'a mającego tu sens warunku izoperymetrycznego. Przewiduje się konstrukcję rozwiązań odnoszących się do jednego obciążenia i do wielu obciążeń występujących niejednocześnie

3. Konstrukcja mikrostruktur realizujących w sposób przybliżony projekty optymalne w zagadnieniu nr 2 - z wykorzystaniem mikrostruktur słojuowych lub metodami odwrotnej homogenizacji

4. Kształtowanie konstrukcji metodą SIMP w ujęciu spektralnym z prawem potęgowym w celu penalizacji obszarów o słabszych cechach sprężystych. Wykorzystanie MES oraz solverów bezsiatkowych w celu uzyskiwania rozwiązań nieczułych na dyskretyzację.

5. Konstrukcje nowych rozwiązań optymalizacji globalnej kratownic metodami opartymi na zaawansowanych technikach numerycznych dotyczących zadań typu simpleks. Górne szacowanie ciężaru dźwigarów typu Michella o budowie dyskretno-ciągłej.

Wymienione wyżej zagadnienia optymalizacji topologicznej nawiązują do aktualnych osiągnięć w tej dziedzinie- w zakresie projektowania konstrukcji o ciągłym rozkładzie masy oraz konstrukcji dyskretnych. Konstrukcje optymalne mają budowę hierarchiczną i dyskretno-ciągłą, tak więc ich budowa wykracza poza dostępne opisy i metody matematyczne. Przewidywane wyniki będą symulowały własności tych konstrukcji idealnych za pomocą: a) modeli anizotropowych i niejednorodnych o cechach makroskopowych generowanych przez hierarchiczne mikrostruktury lub b) za pomocą modeli kratowych o wielkiej liczbie prętów. Przewidywane wyniki badań znajdą zastosowanie w następujących dziedzinach inżynierii lądowej:

-projektowanie kompozytów o matrycy betonowej zbrojonej włóknami krótkimi o specyficznych wymiarach i cechach sprężystych

-projektowanie zbrojenia konstrukcji betonowych - wkładkami stalowymi

-projektowanie na sztywność dźwigarów prętowych, dostosowanych do danych zestawów obciążeń

Jednym z celów projektu jest konstrukcja spektralnej wersji metody FMO (free material optimization) w której zmiennymi projektowymi są spektralne charakterystyki tensora Hooke'a w zadaniu minimalizacji podatności rozumianej jako kombinacja liniowa podatności dotyczących niezależnych obciążeń. Klasyczna metoda FMO stanowi jedną z rozwijających się obecnie ważnych dziedzin optymalizacji topologicznej. Jej wersja spektralna powinna stanowić istotny przełom w rozwoju tego działu optymalizacji.

Przewiduje się opracowanie programów komputerowych tworzących rozkłady optymalne własności sprężystych rozpatrywanych konstrukcji powłokowych, płytowych i przestrzennych.