

## **Streszczenie rozprawy doktorskiej**

**mgr inż. Martyna Rabenda**

### **Drgania prostokątnych płyt mikro-strukturalnych z gęstym dwukierunkowym układem żeber**

Przedmiotem rozważań rozprawy są cienkie płyty prostokątne o budowie mikrostrukturalnej. Cechą charakterystyczną w mikrostrukturze niniejszych płyt są dwa jednorodne materiały, z których jeden reprezentuje powtarzalny układ belek w dwóch kierunkach, a drugi stanowi ich wypełnienie. Belki nazwano żebrami, natomiast wypełnienie płyty matrycą. W pracy tej skupiono uwagę na materiałach mikroniejednorodnych, których mikrostruktura jest periodyczna lub wolnozmienna w przestrzeni. Rozważane modele charakteryzuje pewien wyróżniony element, który nazwano komórką. W przypadku komórek o budowie powtarzalnej mamy do czynienia ze strukturą periodyczną. Komórka ma swój charakterystyczny wymiar, który jest wystarczająco mały w porównaniu do minimalnego wymiaru długości płyty oraz, co jest szczególnie istotne, jest porównywalny z grubością płyty. Model, w którym szerokość żeber zmienia się nieznacznie w stosunku do żeber sąsiednich jest modelem, w którym zmiana makrostruktury odbywa się na poziomie mikro przez wolną zmienność struktury w sąsiednich komórkach. Materiały tego typu, o wolnozmiennym mikrostrukturze, nazywamy materiałami o funkcyjnej gradacji własności, FGM.

W niniejszej pracy przeanalizowano dynamikę płyt o budowie periodycznej i FGM poddanych wstępnemu obciążeniu siłami normalnymi przyłożonymi w płaszczyźnie środkowej płyty oraz dynamikę płyt bez wstępnego obciążenia. Teoria płyt cienkich Kirchhoffa jest podstawą do wyprowadzenia równań dla powyższych ciał mikroniejednorodnych. Rozważając ciała jednorodne teoria ta jest opisana znanymi równaniami o stałych współczynnikach, natomiast w przypadku ciał mikroniejednorodnych współczynniki występujące w równaniach opisane są silnie oscylującymi i nieciągłymi funkcjami. Takie równania są zbyt skomplikowane, aby mogły być zastosowane w problemach inżynierskich lub obliczeniach numerycznych. Stąd potrzeba zastosowania modeli uśrednionych, które będą się charakteryzować dwiema właściwościami. Po pierwsze, współczynniki powyższych równań powinny być gładkie lub stałe, tak aby można było zastosować znane metody obliczeniowe. Ponadto, rozwiązania otrzymane z tych równań powinny jak najbardziej przypominać zachowania rozważanych ciał na poziomie mikro.

Celem niniejszej pracy jest zaproponowanie oraz aplikacja uśrednionego modelu matematycznego opisującego dynamiczne zachowanie płyt cienkich o budowie mikroniejednorodnej. Modele matematyczne przedstawione w pracy uzyskano poprzez zastosowanie techniki tolerancyjnego uśredniania. Podstawowe definicje oraz założenia tej techniki przedstawiono w Rozdziale 2 rozprawy.

W Rozdziale 3 posługując się metodą tolerancyjnego uśredniania wyprowadzono równania modelu matematycznego opisującego dynamikę cienkich płyt gęsto uźebrowanych w dwóch kierunkach. Dzięki powyższym równaniom zbadano częstość drgań swobodnych omawianych płyt. W pierwszym podejściu zbadano płyty cienkie o budowie periodycznej, w kolejnej części rozdziału zbadano dynamikę płyt cienkich wykonanych z materiału o funkcyjnej gradacji własności. W celu weryfikacji poprawności uzyskanego uśrednionego modelu matematycznego, częstości drgań swobodnych z niego uzyskane porównano z częstościami drgań swobodnych uzyskanych metodą elementów skończonych. Do omawianej weryfikacji użyto programu Abaqus.

W Rozdziale 4 przeprowadzono analogiczne obliczenia jak w Rozdziale 3, z tym że płytę wstępnie obciążono siłami normalnymi przyłożonymi do płaszczyzny środkowej płyty. Ostatnią część pracy stanowią wnioski z wcześniejszych rozważań oraz zestawienie literatury.