



STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

„DYNAMIKA BELEK WIELOPRZEŚŁOWYCH I PŁYT PODPARTYCH PUNKTOWO PODDANYCH DZIAŁANIU OBCIĄŻEŃ RUCHOMYCH”

Autor: Filip Zakęś

Niniejsza rozprawa doktorska poświęcona jest zagadnieniom drgań konstrukcji belkowych oraz płytowych z punktowymi podporami pośrednimi poddanych działaniu obciążeń ruchomych.

Rozdziały pierwszy oraz drugi stanowią odpowiednio wprowadzenie, zawierające przegląd literatury poświęconej analizowanemu zagadnieniu oraz omówienie celu i zakresu pracy, w tym określenie oraz uzasadnienie przyjętej metodyki rozwiązania problemu.

Rozdział trzeci poświęcony jest drganiom belek jednoprzęsłowych w oparciu o model Eulera-Bernoulliego. Uzyskano rozwiązania opisujące drgania belki wynikające z ruchomej siły skupionej oraz ruchomego obciążenia rozłożonego, przy uwzględnieniu zróżnicowanych warunków podparcia, jak również przy uwzględnieniu oraz pominięciu wpływu tłumienia.

Rozdział czwarty opisuje drgania belek wieloprzęsłowych swobodnie podpartych lub sztywno utwierdzonych na podporach skrajnych oraz podpartych pośrednio dowolną liczbą podpór punktowych o skończonej lub nieskończonej sztywności, rozmieszczonych w dowolnym rozstawie. Rozwiązanie problemu uzyskano analogicznie do statycznej metody sił, tworząc jednoprzęsłową belkę podstawową poddaną działaniu zadanego obciążenia ruchomego oraz sił nadliczbowych działających w miejscach usuniętych podpór pośrednich, a następnie zastępując układ równań zgodności przemieszczeń układem równań całkowych Volterra. Z uwagi na trudności w uzyskaniu w pełni analitycznego rozwiązania, przedstawiono prostą procedurę numeryczną, której efektywność zilustrowano dwoma przykładami obliczeniowymi.

Rozdział piąty przedstawia drgania układu dwóch belek sprzężonych ze sobą dyskretnym układem więzi sprężystych. W analizie zagadnienia uwzględniono zróżnicowane parametry geometryczno-materiałowe obu belek, jak również zróżnicowane warunki podparcia, a także dowolną ilość, rozstaw oraz sztywność więzi sprężystych. Rozwiązanie uzyskano rozwijając



procedury uzyskane w rozdziałach poprzednich, a rozdział zakończono przykładem obliczeniowym.

W rozdziale szóstym omówiono dynamikę cienkich prostokątnych płyt izotropowych swobodnie podpartych na swoim obwodzie oraz punktowo za pośrednictwem dowolnej liczby dowolnie rozmieszczonych podpór pośrednich, poddanych działaniu ruchomej siły skupionej oraz ruchomego obciążenia rozłożonego. Przyjęto metodykę rozwiązania problemu analogiczną do procedur przedstawionych w rozdziale czwartym w przypadku belek wieloprzęsłowych, która z powodzeniem może być zastosowana również w przypadku układów płytowych. Rozdział zakończono przykładem obliczeniowym.

Rozdział siódmy opisuje dynamikę układów o dyskretnym rozkładzie masy. Takie podejście do tematu stanowi alternatywę wobec przyjęcia modelu ciągłego, którego dokładna analiza często jest bardziej pracochłonna od strony obliczeniowej. W rozdziale przedstawiono metodę dyskretyzacji przestrzennej układu za pomocą procedur metody różnic skończonych w przypadku układów belkowych oraz płytowych, a także metody granulacji mas w przypadku belek. W rozdziale przedstawiono przykład obliczeniowy, w którym wykorzystano obie wymienione wcześniej metody.

Rozdział ósmy poświęcony jest zagadnieniom ruchomych obciążeń losowych. Analizując zagadnienie wykorzystano dynamiczną funkcję wpływu opisującą drgania deterministyczne konstrukcji wynikające z działania ruchomej siły jednostkowej. Tak uzyskane rozwiązanie zastosowano do wyznaczenia charakterystyk probabilistycznych drgań konstrukcji poddanych działaniu czasoprzestrzennego stacjonarnego procesu stochastycznego oraz serii ruchomych sił skupionych.

Rozdział dziewiąty stanowi podsumowanie pracy.



SUMMARY OF DOCTORAL DISSERTATION

„DYNAMICS OF MULTI-SPAN BEAMS AND POINT SUPPORTED PLATES SUBJECTED TO MOVING LOADS”

Author: Filip Zakęś

The subject of this doctoral dissertation are vibrations of beam and plate structures with intermediate point supports subjected to various types of moving loads.

The first and the second chapter constitute an introduction containing a review of literature concerning analyzed issue and an overview of the purpose and the scope of the work including the definition and justification of the proposed methodology of solving the problem, respectively.

The third chapter is focused on vibrations of single-span beams according to Euler-Bernoulli's beam model. Solutions describing dynamic response of the beam resulting from moving concentrated force and moving distributed load, taking into account various boundary conditions, as well as taking into account or omitting the influence of damping, were obtained.

The fourth chapter describes vibrations of multi-span beams simply supported or rigidly fixed on the extreme supports and intermediately supported by a number of point supports with finite or infinite stiffness situated arbitrarily. The solution to the problem was obtained in analogical way to the static force method, creating a single-span basic beam subjected to a given moving load and a number of redundant forces acting at the points of removed intermediate supports, and then replacing the displacement compatibility equations with a system of Volterra integral equations. In order to avoid the difficulties of obtaining a fully analytical solution a simple numerical procedure was presented. The effectiveness of the proposed method was illustrated by two numerical examples.

The fifth chapter presents vibrations of a system of two beams coupled with a discrete system of elastic restraints. In the analysis of the problem various geometrical and material parameters of both beams were taken into account as well as various boundary conditions and



number, spacing and stiffness of elastic restraints. Solution of the problem was obtained by developing procedures introduced in previous chapters. Chapter ends with a numerical example.

The sixth chapter discusses the dynamics of thin rectangular isotropic plates simply supported on their edges and having a number of point supports arbitrarily spaced in their area, subjected to a moving concentrated force and moving distributed load. The methodology of solving the problem was similar to the procedures presented in chapter four in the case of multi-span beams, which shows that this approach can also be applied in the case of plate structures. A numerical example was presented at the end of the chapter.

The seventh chapter describes dynamic of systems with discrete mass distribution. This approach can be an alternative to the continuous model which in many cases is more complicated on the computational side. In the chapter two methods of spatial discretization of the system was presented, namely the finite difference method applied for beam and plate structures, as well as mass granulation method applied for the case of multi-span beam. The chapter presents a numerical example in which both methods was used.

In the eight chapter the problem of moving random loads is discussed. A dynamic influence function was used to describe deterministic vibrations resulting from a moving unitary concentrated force. This function can be used in order to determine probabilistic characteristics of structural vibrations resulting from stochastic moving loads such as time-space stationary stochastic process and a random series of moving concentrated forces.

The ninth chapter is the summary of the work.