

POLITECHNIKA ŁÓDZKA

KATEDRA TEORII MECHANIZMÓW I MASZYN

JERZY MROZOWSKI

DRGANIA PŁYTY PROSTOKĄTNEJ PODDANEJ DZIAŁANIU SIŁ  
AERODYNAMICZNYCH

PRACA DOKTORSKA

PROMOTORZY:

dr hab.inż. Jan Awrejcewicz

Politechnika Łódzka

prof. Michel Potier-Ferry

Uniwersytet w Metz

ŁÓDŹ 1991

## SPIS TREŚCI

Wykaz ważniejszych oznaczeń .....	3
1. WSTĘP .....	7
1.1. Wprowadzenie .....	7
1.2. Przedmiot i cel pracy .....	9
2. MODEL FIZYCZNY .....	11
2.1. Opis modelu .....	11
2.2. Podstawowe zależności geometryczne i fizyczne nieliniowej teorii płyt .....	12
3. MODEL MATEMATYCZNY .....	18
3.1. Wyprowadzenie równania równowagi dynamicznej pły- ty przy wykorzystaniu zasady prac przygotowanych ..	18
3.2. Dyskretyzacja układu za pomocą metody Galerkina ..	30
3.2.1. Metoda Galerkina - sformułowanie ogólne ...	30
3.2.2. Zastosowanie metody Galerkina do dyskrety- zacji badanego układu .....	32
3.3. Ostateczna forma równań ruchu w postaci bezwymia- rowej .....	37
4. DRGANIA OKRESOWE TYPU FLATTER .....	40
4.1. Bifurkacja Hopfa, flutter - wiadomości ogólne ....	40
4.2. Analityczny warunek wystąpienia bifurkacji Hopfa w badanym układzie .....	46
4.3. Numeryczna weryfikacja wyników analizy teoretycz- nej .....	57

---

5. ANALIZA NUMERYCZNA DYNAMIKI UKŁADU PO BIFURKACJI	
HOPFA .....	62
5.1. Ruch nieregularny (chaotyczny) w układach deterministycznych - wiadomości ogólne .....	63
5.2. Trzy główne scenariusze przejścia od ruchu regularnego do chaosu .....	67
5.3. Niektóre narzędzia badawcze służące do analizy zjawisk chaotycznych .....	75
5.4. Wyznaczenie obszarów ruchu chaotycznego w badanym układzie .....	79
6. PODSUMOWANIE I WNIOSKI .....	96
7. LITERATURA .....	99
8. ANEKSY .....	103
Aneks 1: Określenie sił błonowych $N_x$ , $N_y$ , $N_{xy}$ .....	104
Aneks 2: Opis programu komputerowego do badania zjawisk bifurkacji i chaosu .....	123