

Spis treści

Przedmowa	iv
Spis najważniejszych oznaczeń	vi
1 Wprowadzenie	1
1.1 Flatter konstrukcji lotniczych	1
1.2 Zjawisko flatteru	2
1.3 Metody numerycznego modelowania flatteru	3
1.4 Projekty Unii Europejskiej w dziedzinie aerosprężystości	7
1.5 Wizja projektu – Sieciowe Laboratorium Badań Flatterowych	9
2 Narzędzia stosowane w analizie flatterowej	11
2.1 Solver obliczeniowy CFD FOI EDGE	11
2.1.1 Wprowadzenie	11
2.1.2 Główne równania rozwiązywane podczas symulacji przepływowej	12
2.1.3 Modele turbulencji stosowane w kodzie EDGE	13
2.1.4 Dyskretyzacja w przestrzeni i całkowanie w czasie w systemie EDGE	15
2.2 Solver obliczeniowy CFD DLR TAU-code	17
2.2.1 Wprowadzenie	17
2.2.2 Podział siatki przepływowej na domeny obliczeniowe	18
2.2.3 Przygotowanie danych do symulacji (TAU pre-processing)	18
2.2.4 Solver obliczeniowy	19
2.2.5 Adaptacja siatki przepływowej	19
2.2.6 Metoda ruchomej siatki – CHIMERA	20
2.2.7 Modele turbulencji	20
2.3 Numeryczne modelowanie strukturalne	21
2.3.1 Metoda modalna	21
2.3.2 Metoda MES – solver MF3	24
2.4 Narzędzia sprzęgające	27

2.4.1	Wprowadzenie	27
2.4.2	Wyszukiwanie najbliższych sąsiadów	28
2.4.3	Interpolacja danych	29
2.4.4	Narzędzia dostępne w Sieciowym Laboratorium Badań Flutterowych	33
2.5	Narzędzia deformacji siatki	35
2.5.1	Wprowadzenie	35
2.5.2	Moduł deformacji wykorzystywany przez TAU-Code	37
2.5.3	Moduł deformacji AE_DEFVOL	39
2.6	Wizualizacja wyników obliczeń	43
2.6.1	Wprowadzenie	43
2.6.2	TecPlot 360/Focus	44
2.6.3	ParaView	50
3	Wymagania sprzętowe dla obliczeń aerosprężystych	52
4	Opracowanie modeli numerycznych	54
4.1	Wprowadzenie	54
4.2	Wybór narzędzi i modelu	54
4.3	Opracowanie trójwymiarowego modelu powierzchni w postaci chmury punktów	61
4.4	Zrekonstruowanie geometrii powierzchni modelu oraz uzyskanie powierzchni NURBS	69
4.5	Generowanie numerycznego modelu struktury	76
4.6	Budowa zredukowanego modelu struktury	81
4.7	Opracowanie siatek przepływowych dla demonstratora metody oraz weryfikacja modelu struktury	84
4.8	Utwardzenie modelu numerycznego oraz jego weryfikacja	100
4.9	Modyfikacje modelu wpływające na zjawisko flutteru	117
4.10	Obliczenia numeryczne – część 1	122
4.11	Obliczenia numeryczne – część 2	126
5	Wybór koncepcji masowych demonstratora metody	131
5.1	Wybór wariantów na potrzeby szczegółowej symulacji i analizy flutterowej	131
5.2	Analiza wyników badań dla wybranych konfiguracji masowych	133
6	Podsumowanie wyników i wnioski	141
	Bibliografia	144