

Posudek diplomové práce

Václava Steinbacha

zpracované na téma

Periodická řešení mechanických soustav s nelinearitami

Diplomová práce o rozsahu 113 stran je věnována numerickým metodám hledání periodických řešení mechanických soustav, které jsou popsány nelineárními obyčejnými diferenciálními rovnicemi. Motivací jsou nejrůznější aplikace v dynamice strojů, přičemž detailněji se práce zaměřuje na kmitání nosníků s využitím energy-harvestingu.

Úvodní kapitola prezentuje rozvoj nelineární dynamiky zejména v souvislosti s nebeskou mechanikou a představuje motivaci a cíle práce. Následující kapitoly 2 a 3 poskytují teoretický základ: kap. 2 představuje obecněji teorii dynamických systémů popsaných nelineárními obyčejnými diferenciálními rovnicemi (ODR) a možnosti analýzy stability, kap. 3 pak shrnuje metody pro řešení ODR, zejména pak metodu střelby a metodu harmonické rovnováhy (HBM), včetně kontinuity podél křivky. Stěžejní část práce pak tvoří kap. 4, ve které jsou uvedené metody aplikovány na řešení jednostupňových oscilátorů s nelinearitami (Duffingův oscilátor, oscilátor se třením a s pružnou nárazkou) a kinematicky buzených nosníků. Je implementována metoda konečných prvků pro nosníkové elementy, včetně piezo-prvku s ohledem na další využití v oblasti energy-harvestingu.

Práce je napsána srozumitelně a je logicky rozdělena do jednotlivých kapitol. Hlavní vlastní přínos autora lze spatřovat v použití SW nástrojů k řešení nosníkových soustav obsahujících nelineární vazby a hledání jejich periodických odezev. Práce však také obsahuje řadu jazykových nepřesností a překlepů. Dále uvádím několik konkrétních poznámek k textu diplomové práce:

- V obrázcích 4.4, 4.11, 4.19, 4.33 a 4.41 je patrně nelogicky realizována osa x. Zřejmě se spíše jedná o rozvoj podél křivky (viz popis). V dané formě není osa ani lineární, ani logaritmická a v kladném smyslu osy se hodnoty na ose průběžně mění (stoupá a klesá), což činí graf zcela nečitelným.
- V teoretické části (kap. 2) by měla každá podkapitola obsahovat zdroj, ze kterého student čerpal, což často není.
- U grafického zobrazení vlastních tvarů kmitu (obr 4.31, 4.39) chybí popisky os.
- Stylistika úvodní kapitoly příliš neodpovídá diplomové práci v technickém oboru.
- Abstrakt by měl stručně shrnout obsah diplomové práce, v daném případě se z velké části jedná spíše o úvod do problematiky.
- Bližší poznámky jsou v případě potřeby diplomantovi k dispozici u oponenta.

Dále uvádím dotazy a poznámky, na které by měl autor reagovat v průběhu obhajoby:

1. Jedním z deklarovaných cílů práce je výpočtová implementace HBM. Do jaké míry byla provedena implementace HBM a ostatních metod autorem DP a do jaké míry byl využit již hotový software? Pokud bylo využito hotové SW řešení, mělo by to být v práci explicitně zmíněno. Jaké SW nástroje jsou dostupné pro hledání periodických řešení?

2. Jaké jsou výhody využití rekurentních zobrazení pro analýzu nelineárních soustav ve srovnání s dalšími nástroji nelineární dynamiky (bifurkační diagramy, fázové trajektorie, Poincarého zobrazení apod)? Uveďte na konkrétních příkladech.
3. Na Obr. 4.11, 4.19 – jsou v oblasti malých amplitud patrné nepravidelnosti orbit. Čím jsou tyto projevy způsobeny? Jedná se o přechodovou odezvu nebo numerické chyby při integraci pohybových rovnic?

Závěr

Václav Steinbach s výše uvedenými výhradami splnil deklarované cíle práce a prokázal schopnost řešení komplexních nelineárních modelů mechanických soustav s ohledem na periodická řešení. Předložená diplomová práce je kvalitní a splňuje požadavky na kvalifikační práci. S přihlédnutím k výše zmíněnému ji hodnotím známkou

velmi dobře.

V Plzni dne 23. srpna 2023

.....
Ing. Štěpán Dyk, Ph.D.
Oponent diplomové práce