

Posudek diplomové práce

Bc. Karla Dráždila

zpracované na téma

Alternativní přístup k posouzení stability a existence periodického řešení parametrických kmitavých systémů

Diplomová práce je teoretickou studií parametrického kmitání lineárních soustav s hlavní aplikací na 1D model rotoru s nesymetrickým průřezem. Rotor je uložený na tuhých podpěrách a v každém příčném řezu po deformaci rotuje stejnou konstantní úhlovou rychlostí kolem osy kolmé na rovinu řezu. Problematika je teoreticky velmi náročná, neboť model v pevném prostoru po diskretizaci MKP má v čase periodicky proměnné matice hmotnosti, tuhosti i tlumení. Matice tlumení je uvažována proporcionální k oběma maticím hmotnosti a tuhosti. Hlavním cílem diplomové práce je aplikace nové metody vyvinuté školitelem k vyšetření podmínek stability a posouzení existence periodického řešení zmíněných rotorů. Splnění tohoto cíle vyžaduje prostudovat a pochopit matematicky náročnou metodu, aplikovat ji na model rotoru a ověřit její funkčnost i přesnost k určení hranic stability srovnáním s metodou založenou na Floquetově teorii. Pro ověření existence periodického řešení novou metodou u periodicky buzených parametrických soustav splňujících podmínky stability diplomant vhodně aplikoval numerickou simulaci kmitání testovacích modelů v prostředí MATLAB.

Diplomová práce má logickou strukturu od odvození analytického periodického řešení pohybové rovnice pro soustavy s jedním stupněm volnosti až k zobecnění metody pro soustavy s více stupni volnosti. Testovací modely byly vhodně vybrány, přičemž model rotoru s rotačně nesymetrickým průřezem je pro úroveň diplomové práce až příliš náročný. Přes velkou matematickou náročnost diplomová práce je napsána srozumitelně s odvozením všech potřebných vztahů, na dobré jazykové úrovni a s malým počtem překlepů.

Za největší přínos práce považuji prověření aplikability nové metody pro výpočtově rychlé posouzení podmínek stability lineárních parametrických soustav, srovnání s řešením Floquetovou teorií na vhodných modelových úlohách a potvrzení existence periodického řešení zjištěného analyticky numerickou simulací. Náročné cíle diplomové práce tím byly splněny na výborné úrovni.

Připomínky a dotazy k obhajobě:

1. Presentace oblastí nestability na obr. 1.6 a 1.8 mohla být doplněna identifikací parametrických rezonancí 1. druhu ($n = 1$) p -tého řádu v okolí diskrétních hodnot frekvencí parametrického buzení ω vzhledem k vlastní frekvenci Ω soustavy se stacionárními parametry a to pro

$$\omega = \frac{2\Omega}{p} \quad p = 1, 2, \dots \quad \text{v důsledku } m(t) \text{ s frekvencí } \omega$$

$$\omega = \frac{\Omega}{p} \quad p = 1, 2, \dots \quad \text{v důsledku } b(t) \text{ a } k(t) \text{ s frekvencí } 2\omega$$

2. Obr. 1.6 až 1.8 potvrzují vlastnost parametrických soustav o stabilitě soustavy pro libovolnou frekvenci ω parametrického buzení pokud je systém stabilní v blízkém okolí parametrických rezonancí prvního řádu (mohlo to být zmíněno).
3. Vlastní čísla matice monodromie (jde o fundamentální matici v čase $t = T$ nikoliv v čase $t = 0$) by měla být reálná nebo v komplexně sdružených párech. To nevyplývá z obr. 1.3 a 1.4.
4. Obr. 2.4 není v souladu s obr. 2.3. Vztahy (2.1.60) a (2.1.61) předpokládají rovnosti $\frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial \bar{v}}{\partial x}$ a $\frac{\partial w}{\partial x} = \frac{\partial \bar{w}}{\partial x}$ a transformační vztahy (2.1.75) totožnost os $y'' \equiv y$ a $z'' \equiv z$ zavedených v obr. 2.3.
5. Vysvětlit často používané pojmy v kap. 2.1.3 „podléhající“ a „nepodléhající“ transformaci matic.
6. Doporučuji zhodnotit pásma nestability hřídele s obdélníkovým průřezem v obr. 2.8 vzhledem k možným parametrickým rezonancím 1. druhu $\omega \sim \frac{2\Omega_i}{p}$ a 2. druhu $\omega \sim \frac{|\Omega_i \pm \Omega_j|}{p}$, $p = 1, 2, \dots$ (viz též bod 1 připomínek).
7. Provéřit vztahy (2.5.11), (2.5.12) a možné důsledky jejich chybného vyjádření pro zobrazení pásem nestability v obr. 2.8.

Závěr:

Diplomant prokázal schopnost aplikovat a dále rozvíjet teoretické poznatky z kmitání lineárních parametrických mechanických soustav. Práce splňuje teoreticky náročné zadání diplomové práce, které má uplatnění v dynamice rychloběžných rotorových soustav. Diplomovou práci hodnotím známkou

výborně.

V Plzni, dne 2. června 2016

prof. Ing. Vladimír Zeman, DrSc.

katedra mechaniky, FAV-ZČU v Plzni