

OPONENTSKÝ POSUDEK

HABILITAČNÍ PRÁCE

Habilitation : Ing. Juraj Úradníček, Ph.D.
Název práce : Dynamics of nonconservative mechanical systems - disc brake application
Oponent : prof. Ing. Jaroslav Zapoměl, DrSc.

Předložená habilitační práce se zabývá kmitáním nekonzervativních mechanických soustav s disipačními silami majícími destabilizující účinky. Zaměřuje se na trhavé pohyby jednotlivých členů mechanických soustav, na vzájemnou vazbu vlastních tvarů, šíření postupných vln a na stabilitu pohybu. Motivací autora bylo zkoumání pískání brzd, které je těmito jevy vyvoláno nebo s nimi souvisí. Práce se skládá z úvodu, sedmi kapitol, závěru a seznamu literatury.

V úvodu je uvedena motivace, zaměření a struktura habilitační práce a je podán stručný přehled o stavu poznání v této oblasti. V první kapitole autor uvádí příklady jednoduchých mechanických soustav, pomocí nichž demonstruje vybudování trhavých pohybů nebo vazby vlastních tvarů. Ve druhé kapitole je stručně pojednáno o vlastnostech nekonzervativních sil. Třetí kapitola je věnována stabilitě, čtvrtá tlumení a pátá šíření postupných vln v nekonzervativních mechanických soustavách. Šestá kapitola se věnuje modální analýze upnutého disku pomocí experimentální a výpočetní metody a experimentálnímu stanovení poměrného útlumu. V sedmé kapitole se autor zabývá návrhem experimentálního zařízení pro dynamickou, tepelnou a tribologickou analýzu kotoučové brzdy. V závěru stručně shrnuje výsledky a nastiňuje směr dalšího zkoumání.

Obecné připomínky k práci

1. Téma habilitační práce je aktuální. Zabývá se jevy a jejich příčinami, jejichž důsledkem je pískání kotoučových brzd při brzdění.
2. Obecným nedostatkem práce je, že autor dostatečně nepopisuje vlastnosti analyzovaných soustav.
3. Autor se zabývá nelineárními mechanickými soustavami (soustavami s jednostrannými vazbami, suchým třením), ale jejich stabilitu posuzuje jako u soustav lineárních. Nikde neuvádí transformaci nelineárních pohybových rovnic na tvar, které by se za jistých (zkoumaných) podmínek staly lineární.
4. Z práce plyne, že kmitání soustavy destabilizované disipativními silami lze stabilizovat zvýšením tlumení viskózního typu. Další možnosti, které však nejsou předmětem zkoumání předložené práce, zmiňuje až v posledním odstavci závěru. Tlumení viskózního typu není v práci zkoumáno z hlediska jeho fyzikální nebo konstrukční podstaty, ale pouze z hlediska jeho matematického popisu v pohybových rovnicích.

Věcné připomínky k práci

1. Některé jednoduché soustavy, které autor používá k demonstraci zkoumaných jevů, neodpovídají v některých aspektech fyzikální realitě. V řídicích rovnicích (1.1) soustavy

nakreslené na obr. 1.1 není uvážen ani jinak komentován vliv vlastní tíhy tělesa o hmotnosti m . Totéž platí o soustavě dle obr. 1.4. Její pohybové rovnice (1.8) jsou neúplné. V pohybových rovnicích dvojitého kyvadla dle obr. 2.2 chybí vliv vlastní tíhy. Soustava nakreslená na obr. 4.1, je nelineární s jednostrannou vazbou. Její pohyb není popsán uvedenými rovnicemi. V případě lineárních soustav platí princip superpozice, proto výsledný pohyb může být získán superpozicí pohybů vybuzených jednotlivými složkami zatížení. U nelineárních soustav však toto neplatí a zatížení musí být vždy uváženo jako úplné.

2. V rovnici (1.8) má být v matici tuhosti $+\mu k_3$ (nikoliv minus). Protože vazba mezi tělesem o hmotnosti m a pásem je jednostranná, y může nabývat pouze záporných hodnot (to zajišťuje konstantní síla F dle obrázku). Pak, aby třecí síla byla kladná (a byl tak splněn nevyčtený předpoklad, že směr třecí síly se při kmitání nemění), musí platit, že $T = -\mu k_3 y$. Po převodu tohoto členu levou stranu rovnice se v příslušném prvku matice tuhosti objeví $+\mu k_3$.
3. Autor práce nesprávně používá pojem stupeň volnosti (degree-of-freedom) a to tím, že jej zaměňuje za kinematickou veličinu (např. posuv). Stupeň volnosti je kvantifikátor, který udává míru pohyblivosti soustavy, nikoliv posuv, úhel natočení, zkroucení a podobně.
4. Označení soustavy dvojnásobného řádu jako 2^n (str. 13) je matoucí.
5. Ve vztahu (3.1) autor označuje vektor stavových parametrů jako x , což je stejné jako označení vektoru zobecněných posuvů v předchozích rovnicích. Ve vysvětlivkách toto není zohledněno (vektor zobecněných posuvů není vektor stavových parametrů).
6. Popis soustavy nakreslené na obr. 4.5 a její analýza jsou značně nejasné, zejména: jak je uvážen kontakt mezi čelistí a kotoučem, je kotouč stacionární nebo rotuje, jaký je směr třecí síly v této oblasti, jak mohou být přiřazeny dva různé poměrné útlumy témuž vlastnímu tvaru ve dvou různých oblastech. Toto zpochybňuje i důvěryhodnost následně prezentovaných výsledků analýzy.
7. Podobné otázky vyvstávají i při analýze kotouče v kapitole 5.
8. Nedostatečně je popsána i soustava analyzovaná v kapitole 6. Nejsou uvedeny ani její základní rozměry. Není popsán výpočtový model. Není zřejmé, zda soustava analyzovaná pomocí simulací je tlumená, případně jak je tlumení do výpočtového modelu zavedeno.
9. Chybou je označování brzdové čelisti (tělesa) za třecí materiál.

Formální připomínky k práci

1. Práce je napsána anglicky. Úroveň anglického jazyka není dobrá. V práci se vyskytuje řada chyb zejména v používání členů, špatné konstrukci vět nebo jejich částí, interpunkci a další. V práci se objevují i překlady a zdvojování slov.

Dotazy k rozpravě

- Jak je při numerické simulaci v kapitole 5 zajištěno, že třecí síla v celé kontaktní ploše mezi kotoučem a brzdovou čelistí má stejný směr a tento směr při kmitání nemění? V opačném případě by soustava byla nelineární a následné analýzy by neodpovídaly fyzikální realitě. Jaký fyzikální význam mají matice \mathbf{C}_{ns} a \mathbf{K}_{ns} v pohybové rovnici (5.4). Jak byly sestaveny?

Závěr

Zvolené téma předložené habilitační práce Ing. Juraje Úradníčka, Ph.D. je aktuální a opírá se o požadavky technické praxe. Z práce a dalších publikačních aktivit vyplývá, že autor má přehled o chování nekonzervativních mechanických soustav. Kladem práce je, že ke zkoumání zvoleného problému autor využívá jak počítačových simulací, tak i experimentálního měření. Svým rozsahem je práce podprůměrná a přitom některé její části jsou nedostatečně rozpracovány. Použitá metodika byla rozebrána v připomínkách k práci. Grafické provedení habilitační práce je dobré, jazyková úroveň byla zhodnocena ve formálních připomínkách k práci.

Pro zvážení všech přínosů a nedostatků práci

d o p o r u č u j i

k obhajobě.

V Ostravě 2. června 2020

.....
prof. Ing. Jaroslav Zapoměl, DrSc.
(oponent)

prof. Ing. Jaroslav Zapoměl, DrSc.

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Katedra aplikované mechaniky
17. listopadu 15
Ostrava - Poruba
708 00

prof. Ing. Jaroslav Zapoměl, DrSc.

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Katedra aplikované mechaniky

17. listopadu 15

Ostrava - Poruba

708 00

Ing. Juraj Sklenár

Slovenská technická univerzita v Bratislavě

Strojnícka fakulta

Námestie slobody 17

Bratislava

812 31

Slovenská republika

Ostrava, 2. června 2020

Věc : Oponentský posudek habilitační práce

V příloze Vám posílám vypracovaný a podepsaný oponentský posudek habilitační práce Ing. Juraje Úradníčka, Ph.D. ve třech vyhotoveních.

S pozdravem

.....
prof. Ing. Jaroslav Zapoměl, DrSc.