

Prof. Ing. Milan Žmindák, CSc., Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta, Katedra aplikovanej mechaniky, Univerzitná 1, 01026 Žilina, tel.++420415132962.

Oponentský posudok habilitačnej práce

Autor: Ing. Juraj Úradníček, PhD.

Pracovisko: Ústav aplikovanej mechaniky a mechatroniky
STU Bratislava, Strojnícka fakulta ,

Téma habilitačnej práce: Dynamika nekonzervatívnych mechanických systémov – aplikácia na kotúčovú brzdu
Dynamics of Nonconservative Mechanical Systems – Disc Brake Application

Študijný odbor: 5.1.7 Aplikovaná mechanika

Oponentský posudok som vypracoval na základe vymenovanie oponentom a dekanom strojníckej fakulty prof. Ing. Ľubomírom Šoošom, PhD. zo dňa 10.3.2020.

Súhrne hodnotenie

Pískaniu brzd sa nevyhne takmer žiadny motorista. Brzdový systém je najdôležitejšou súčasťou vozidla. Činnosť brzdy je zabezpečená brzdovými doštičkami upnutými proti kotúčovému rotoru na oboch povrchoch. Stručne povedané, brzdy transformujú kinetickú energiu automobilu na tepelnú a akustickú energiu

Riešenie problematiky pískania brzd z historického hľadiska je stará téma, avšak veľmi aktuálna z teoretického aj praktického hľadiska aj v súvislosti s vývojom hybridných vozidiel. Dokumentuje to množstvo publikovaných článkov v renomovaných časopisoch. Pochopenie tohto fyzikálneho javu vyžaduje hlboké teoretické znalosti z dynamiky, tepelných procesov, akustiky a interakcie medzi nimi. Preto tému habilitačnej práce (HP) zameranú na dynamiku nekonzervatívnych dynamických systémov (DNMS) považujem za veľmi aktuálnu a zodpovedajúcu odboru habilitácie. Niet pochyb o tom, že táto téma patrí medzi perspektívne metódy v oblasti aplikovanej, výpočtovej a experimentálnej mechaniky.

Keď vychádzame z obsahu práce, potom môžeme konštatovať, že členenie práce na kapitoly a podkapitoly je logické, avšak kapitoly 2, 3 a 4 sú veľmi krátke a mohli byť spojené do jednej kapitoly. Metódy riešenia sú správne z teoretického aj aplikačného hľadiska, avšak komplexné riešenie problematiky vyžaduje zvládnutie náročného matematického aparátu a experimentálnych metód. Po posúdení obsahovej úrovne HP môžem konštatovať, že HP vyhovuje požiadavkám kladeným na habilitačné konanie. Predložená HP nie je opakovaním dizertačnej práce.

Prezentované výsledky sú cenným nástrojom pre ďalší vývoj vedného odboru. Je pochopiteľné, že zahrnutie všetkých efektov do analýzy DNMS nie je možné. Ide hlavne o problémy nelineárnych efektov. Preto je potrebné kombinovať numerické metódy riešenia s experimentálnymi metódami, ako je napríklad experimentálna modálna analýza, digitálna obrazová korelácia, akustická emisia, atď.

Uchádzač vo svojej práci preukázal, že má veľmi dobré teoretické aj praktické znalosti z oblasti DNMS. Získané numerické a experimentálne výsledky dokáže profesionálne vyhodnotiť a aplikovať v praxi. **Za hlavný vedecký prínos HP považujem vývoj metód pre skúmanie zložitých nekonzervatívnych systémov.** Pozitívne hodnotím vývoj experimentálneho zariadenia pre experimentálnu modálnu analýzu a meranie akustického tlaku a tiež vývoj softvéru v jazyku MATLAB pre algoritmizáciu odvodených postupov a overenie algoritmov na riešení praktických príkladov. V budúcnosti bude potrebné získané výsledky podrobiť hlbšej kritike a verifikovať vytvorené postupy. Výskum v tejto oblasti zaručene prinesie nové vedecké poznatky, pomocou ktorých sa dosiahne lepšia zhoda medzi numerickými a experimentálnymi výsledkami.

Z didaktického hľadiska je HP je napísaná na požadovanej úrovni. HP obsahuje množstvo matematických vzťahov a odvodení, ktoré sú vysvetlené a okomentované. Použitá terminológia je v anglickom jazyku je správna. V budúcnosti odporúčam uchádzačovi, aby venoval väčšiu pozornosť kvalite obrázkov.

Zo zoznamu pôvodných publikovaných práce je zrejmé, že Ing. Juraj Uradníček, PhD. počas pôsobenia na STU v Bratislave ma bohatú pedagogickú a vedeckú činnosť. Ide o mladého uchádzača s perspektívnou vedeckou orientáciou na výpočtové a experimentálne metódy v mechanických sústavách. Z prehľadu riešených projektov vyplýva, že má veľmi dobre skúsenosti z riešením a realizovaním aplikačných projektov, ale aj projektov zameraných na základný výskum. Veľmi kladne hodnotím jeho publikácie a vystúpenia na vedeckých a odborných konferenciách doma, ale hlavne v zahraničí. Cenné sú jeho publikácie na medzinárodných konferenciách a členstvo vo vedeckých výboroch zahraničných konferencií. Hlavné výsledky jeho HP sú publikované na potrebnej pedagogickej a vedeckej úrovni. Uchádzač požiadavky kladené na vymenovanie na docenta splňuje a niektoré prekračuje.

Pripomienky a otázky

K HP nemám zásadne pripomienky ani otázky. Uvádzam iba pripomienky a otázky ktoré majú vysvetliť nejasnosti pri preštudovaní tejto práce.

- Pre nekonzervatívne dynamické systémy neplatí, že súčet potenciálnej a kinetickej energie je konštantný, t.j. $T + V \neq \text{konšt.}$ Je potrebné rozlišovať systémy s nesymetrickými maticami, s tlmením, trením, atď. Prvým krokom v dynamike nekonzervatívnych DNMS je modálna analýza a až potom sa rieši odozva na zaťaženie. Nové poznatky by mohli poskytnúť výsledky numerickej prechodovej analýzy?
- Tlmenie je zložitý fyzikálny jav. Zahrnúť tlmiace sily do pohybových rovníc nie je jednoduché. V práci sa uvažuje lineárne, resp. modálne tlmenie. To súvisí s predpokladom lineárnosti sústavy. Modálne tlmenie sa bežne používa v spojení s MKP. Caugheyho tlmenie je najvšeobecnejšie tlmenie tzv. klasické tlmenie kedy môžeme koeficientove matice \mathbf{K} , \mathbf{C} a \mathbf{M} diagonalizovať. Sú aj iné modely tlmenia ak je napríklad neviskózne tlmenie, termoelastické tlmenie, atď.
- Riešenie problému vlastných hodnôt v $2N$ (N je počet stupňov voľnosti) priestore (5.9) je výhodné iba pre systémy s malým počtom DOF a samozrejme od správneho definovania okrajových podmienok. Žiaľ habilitant vo svojej práci neuvádza koľko stupňov voľnosti mali jeho konečnoprvkové modely. QR algoritmus nemusí byť vhodným riešičom.
- Na str. 38 sú uvedené okrajové podmienky pre upnutý kotúč. Avšak nie sú uvedené okrajové podmienky pre kmitanie zjednodušeného modelu kotúčovej brzdy na str. 24. Rozdiel medzi frekvenciami oboch modelov je dosť veľký, ak porovnáme hodnoty na Obr. 4.6 a v Tab.6.2.

- V prípade, že uvažujeme nelinearity je potrebné uskutočniť nelineárnu modálnu analýzu. Aké matematické modely sa používajú pre konkrétne aplikácie?
- Na str.14 sa uvádza tzv. anizotropné rozdelenie tuhosti. Používa sa tiež anizotropný hriadeľ alebo rotor. Prosím o bližšie vysvetlenie týchto pojmov.

Záver

Predložená HP Ing. Jurajovi Úradníčkovi, PhD., ako aj jeho doterajšie vedecké a pedagogické výsledky splňujú podmienky kladené na vypracovanie habilitačnej práce v zmysle vyhlášky MŠ SR o habilitácií docentov a vymenúvaní profesorov č..6/2005 z 8.decembra 2004. HP jednoznačne dokazuje, že ide o popredného odborníka v oblasti aplikovanej mechaniky. Po vyjadrení sa k pripomienkam, resp. odpovediam na uvedené otázky a v prípade úspešnej obhajoby odporúčam Ing. Jurajovi Úradníčkovi, PhD udeliť vedecko-pedagogicky titul

docent.

V Žiline, 18.5.2020
