

# SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

## Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave

Ústav aplikovanej informatiky, automatizácie a mechatroniky

Katedra aplikovanej mechaniky a mechatroniky

doc. Ing. Milan Nad', CSc.

tel.: ++421 906 068 429

e-mail: [milan.nad@stuba.sk](mailto:milan.nad@stuba.sk)

Ulica Jána Bottu 25, 917 24 Trnava

### Oponentský posudok

habilitačnej práce

## Dynamics of Nonconservative Mechanical Systems - Disc Brake Application

### Dynamika nekonzervatívnych mechanických sústav - Aplikácia na kotúčovú brzdu

<b>Autor:</b>	Ing. Juraj Úradníček, PhD.
<b>Miesto habilitačného konania:</b>	Strojnícka fakulta Slovenská technická univerzita v Bratislave Námestie slobody 17, 812 31 Bratislava
<b>Študijný odbor:</b>	5.1.7 aplikovaná mechanika

Oponentský posudok bol vypracovaný na základe menovania dekanom Strojníckej fakulty STU v Bratislave, prof. Ing. Ľubomíra Šooša, PhD., listom č. 1443/2020 zo dňa 10.03.2020 v súlade s vyhláškou č. 6/2005 o postupe získavania vedecko-pedagogických titulov alebo umelecko-pedagogických titulov docent a profesor v znení vyhlášky MŠVVaŠ SR č. 457/2012 Z. z. a na základe súhlasu Vedeckej rady Sjf STU v Bratislave, zo dňa 03.03.2020.

#### *Charakteristika práce*

Habilitačná práca Ing. Juraja Úradníčka, PhD. je zameraná na oblasť dynamiky nekonzervatívnych mechanických sústav. V rámci tejto oblasti sa autor vo svojej habilitačnej práci zaoberá skúmaním a analýzou pomerne špecifickej, ale často sa vyskytujúcej problematiky, ktorá sa týka „kvílenia“ brzd.

Práca je napísaná v anglickom jazyku a má v súhrne 54 strán, 39 obrázkov a 5 tabuliek. Z hľadiska štruktúry je okrem úvodu, záveru a bibliografických odkazov, rozdelená do siedmich základných kapitol.

V rámci prvej kapitoly je prezentovaný základný mechanický model, na ktorom sú demonštrované základné procesy a mechanizmy generujúce hluk a vibrácie kotúčových brzd. V druhej kapitole sa autor stručne venoval popisu a charakteristike nekonzervatívnych mechanických sústav a popisu ich vlastností. V rámci toho sú prezentované rôzne dynamické modely nekonzervatívnych mechanických sústav a sú skúmané ich vlastnosti pomocou matematicko-fyzikálnej interpretácie. Modely, ako sú „Beck-Reutov“ nosník, dvojité kyvadlo, 2D problém rotujúceho pružného anizotropného hriadeľa v tuhých trecích ložiskách a diskretný model kotúčovej brzdy s dvoma stupňami voľnosti možno považovať za prezentačne vhodné príklady pre matematicko-fyzikálnu formuláciu a interpretáciu vlastností nekonzervatívnych mechanických sústav. Obsahom tretej kapitoly je problematika stability nekonzervatívnych mechanických sústav prezentovaných v druhej kapitole a analýza vplyvu nekonzervatívnych silových účinkov na stabilitu týchto sústav. Vo štvrtej kapitole je pojednávané o tlmení a vplyve na stabilizáciu kmitania nekonzervatívnych mechanických sústav. Na základe vybraných prípadových štúdií je poukázané na možnosť vzniku destabilizačných účinkov, ktoré sú spôsobené pri uvažovaní neproporcionálneho tlmenia. Zároveň je v tejto kapitole pojednávané o vplyve neproporcionálneho tlmenia na stabilitu modálnych vlastností kotúčovej brzdy. V piatej kapitole je prezentovaná problematika zložitejších vibračných stavov vznikajúcich v dôsledku pôsobenia tretej sily a všeobecného tlmenia. Vibračné módy nestabilného systému sú v práci demonštrované na modeli kotúčovej brzdy. V šiestej kapitole sú uvedené postupy pre experimentálne a numerické určenie modálnych vlastností disku kotúčovej brzdy. V siedmej kapitole je prezentované testovacie zariadenie, ktoré bolo navrhnuté a vyrobené pre experimentálne skúmanie stavov nestability kotúčových brzd. Testovacie zariadenia umožňuje meranie parametrov, ktoré sú relevantné pre analýzy stability kotúčových brzd, pričom je možné zohľadniť štruktúrne aj tepelné účinky.

Skúmanie dynamiky nekonzervatívnych mechanických sústav je náročný problém, ale z vedeckého a praktického hľadiska je veľmi aktuálny. Závery a poznatky, vyplývajúce z formulácií a riešení kmitania kotúčových brzd, ktoré sú prezentované v práci, sú hodnotné najmä z hľadiska pochopenia vplyvu rôznych štruktúrnych parametrov a prevádzkových režimov na dynamické správanie sa nekonzervatívnych mechanických sústav.

### ***Pripomienky k habilitačnej práci***

Habilitačná práca je napísaná zrozumiteľne, na primeranej odbornej úrovni a po obsahovej stránke zodpovedá stanoveným cieľom. Z hľadiska rozsahu práce by však bolo vhodné a žiadúce venovať sa niektorým častiam uvádzaným v práci podrobnejšie (vlastnosti analyzovaných sústav, popis a tvorba simulačných modelov).

1. V rovnici (1.12) sú chyby. Mechanická sústava s dvomi stupňami voľnosti má dve vlastné čísla, takže v členoch matice (1,1) a (2,2) nie je možné uvádzať  $\lambda_i^2$ . V člene matice (2,2) chýba hmotnosť  $m$ , t.j. musí byť  $k_{22} - m\lambda_i$ .
2. Označenie  $\mathbf{x}$  je použité pre vektor posunutí [vid'. (2.4), (2.8) a tiež „List of Symbols“] a aj pre vektor stavových veličín [vid'. (3.1)].
3. Z uvedeného popisu pre model na Obr.4.5 nie je jasné, či bola uvažovaná rotácia disku, či bol uvažovaný vplyv teploty a ako bol určený pomerný útlm pre trecí materiál bzdovej čeľust.,

### **Otázky k obhajobe habilitačnej práce**

1. Štruktúra disku kotúčovej brzdy, ktorá bola skúmaná a analyzovaná v habilitačnej práci má pomerne jednoduchý geometrický tvar. V automobilovom priemysle sú však už do veľkej miery používané komplikovanejšie konštrukcie diskov kotúčových brzd. Taktiež sa ako materiál používajú kompozitné materiály a keramika. Ako podľa Vás ovplyvňujú tieto nové prístupy v konštrukcii kotúčových brzd vznik kvílenia brzd a aké sú možnosti odstránenia, resp. redukcie kvílenia v týchto konštrukciách kotúčových brzd?

### **Záverečné hodnotenie**

Predložená habilitačná práca z hľadiska zamerania a obsahu korešponduje s cieľmi a zameraním študijného odboru 5.1.7 - Aplikovaná mechanika. Z hľadiska súčasného stavu vedeckého poznania a vzhľadom na súčasné a pravdepodobne aj budúce požiadavky inžinierskej praxe v oblasti odboru „Aplikovaná mechanika“ možno považovať predloženú habilitačnú prácu za aktuálnu.

Jednotlivé kapitoly habilitačnej práce sú prezentované na požadovanej vedeckej úrovni. Z hľadiska pedagogického a didaktického je spracovanie habilitačnej práce na požadovanej úrovni. Počet a kvalita publikovaných prác autora, ako aj ohlasy na jeho práce a aktivity nepochybne svedčia o jeho vedecko-odbornej erudícii. Taktiež jeho výsledky v oblasti pedagogiky možno hodnotiť veľmi pozitívne.

Habilitačná práca Ing. Juraja Úradníčka, PhD.

### **spĺňa podmienky**

kladené na vypracovanie habilitačnej práce v zmysle zákona č. 131/2002 Z. z. o vysokých školách, ako aj Vyhlášky č. 6/2005 MŠ SR z 8.12.2004 o postupe získavania vedecko-pedagogických titulov docent a profesor.

Habilitačná práca a doterajšie pedagogické, odborné a vedecké výsledky a ich ohlas svedčia o tom, že uchádzač spĺňa všetky zákonné predpisy a požiadavky. V prípade úspešnej obhajoby a po vyjadrení sa k uvedeným pripomienkam a otázkam **doporučujem** udeliť Ing. Jurajovi Úradníčkovi, PhD.

vedecko-pedagogický titul „**docent**“

v odbore 5.1.7 Aplikovaná mechanika.

Trnava, 31.05.2020

doc. Ing. Milan Naď, CSc.