

## Posudek habilitační práce

Uchazeč: Ing. Gergely Takács, Ph.D.  
Název práce: Active vibration control and observers for thin cantilever beams  
Studijní obor: 5.2.16 Mechatronics  
Pracoviště: Slovak University of Technology in Bratislava, Faculty of Mechanical Engineering

Oponentský posudek habilitační práce je vypracován na základě dopisu předsedy vědecké rady SjtF Fakulty strojní Slovenské technické univerzity v Bratislavě pana prof. Ing. Lubomíra Šooše, PhD. ze dne 1. 12. 2014 a dodaných podkladů.

### Rozsah habilitační práce:

Celá práce je napsána v angličtině. Prvních 76 stránek obsahuje popis teorie a experimentálního vybavení, zbytek práce jsou vybrané publikace. Jde o úryvek z knihy o rozsahu 22 stran a 5 článků v odborných časopisech a referátů na odborných konferencích v rozsahu 116 stran, poslední 3 stránky se týkají copyrightu a právních otázek.

### Zaměření habilitační práce

Habilitační práce se zabývá aktivním tlumením vibrací a pozorovateli v oboru mechatroniky. Název práce definuje také objekt zájmu, kterým má být tenký vetknutý nosník. Na volném konci autor předpokládá přídavnou hmotu. Pohybová rovnice této mechanické soustavy má jeden stupeň volnosti, tj. stavový model je druhého řádu. Toto uspořádání modeluje velké množství praktických případů, kdy ve spektru vibrací dominuje jedna rezonanční frekvence. Pro popis kmitání tenkého vetknutého nosníku se používá Euler-Bernoulliho teorie, což ve zvoleném modelu není třeba, protože nosník plní úlohu prosté pružiny. Mechanická soustava je obvykle málo tlumená. Útlum způsobuje strukturální tlumení a částečně snad odpor vzduchu, jestliže jsou výchylky velké. Zvolená experimentální soustava vhodně modeluje málo tlumené mechanické struktury.

Hlavní pozornost uchazeče se soustřeďuje na identifikaci parametrů soustavy. V tomto oboru má práce největší teoretický přínos. Matematické rovnice lze popsat velmi snadno. Nejobtížnější je prokázat jejich praktickou řešitelnost tím, že se dospěje v reálném čase k použitelným výsledkům. Uchazeč zvolil k identifikaci dvě metody. Jednak je to rozšířený (Extended) Kalmanův filtr a dále optimalizace účelové funkce obsahující data z budoucnosti s klouzavým horizontem, pro kterou musel prověřit řadu algoritmů pro hledání minima s omezeními. Za velmi vtipné pokládám rozšíření stavového modelu o veličiny, které představují parametry soustavy (hmota, tlumení, tuhost a převodní konstantu piezoaktuátoru). Jejich změna je modelována jako náhodná procházka. Výsledkem je nelineární model, který implikuje použití rozšířeného KF. Je doporučeno vypočítat z identifikovaných parametrů rezonanční frekvenci soustavy jako vlastnost citlivou na mechanické porušení jejich komponent jako jsou například možné lomy.

### Hodnocení habilitační práce

Úvodní kapitola vyčerpávajícím způsobem popisuje teorii a použité laboratorní zařízení. Obsah této kapitoly a vybraných publikací obsahuje příkladný popis stupně poznání v daném

oboru, což dokládají dlouhé soupisy referencí. Lze tvrdit, že uchazeč jako profesionál přesně ví, co je v oboru známo a co je tématem k dalšímu výzkumu.

Vybrané publikace jsou velmi kvalitní. Zmíněnou knihu Model predictive vibration control vydalo nakladatelství Springer v roce 2012. Časopisy Journal of vibration and control a Shock and vibration jsou na seznamu časopisů s impact faktorem. Konference ICSV 21 je světová s mnohaletou tradicí a účastní se jí odborníci světového významu. Za článek Structural health monitoring and parameter estimation for thin cantilever beams using low-cost microcontrollers dostal uchazeč jako mladý výzkumník ocenění od European Acoustics Association. Jediným autorem této práce je uchazeč. Ve všech ostatních vybraných publikacích je uchazeč prvním autorem. Dalším spoluautorem je Boris Rohal-Ilkiv a v jednom článku je třetím spoluautorem Tomáš Polóni. Je obvyklé, že publikace popisující problém z mnoha hledisek a s experimentálním ověřením mají více než jednoho autora.

Habilitační práce obsahuje ideální vyvážení teorie a experimentu. Jako aktuátor je použit piezoelektrický prvek Mide QP16N, který může pracovat jako senzor a v reverzním režimu jako (patch) piezoaktuátor. Tento aktuátor vnáší do mechanické soustavy ohybový moment v blízkosti vetknutí aluminiového nosníku. Další vybavení zkušebního stavu je běžné. Průhyb na konci se měří triangulačním laserovým snímačem a kmitání je buzeno elektromagnetickým vibrátorem. K měření a řízení je používán různorodý hardware jako mikrokontroléry a příslušný software. Uchazeč se v práci s těmito prostředky velmi dobře orientuje. Tato část habilitační vyžaduje tak bohaté zkušenosti s tvorbou systémů řízení s mikrokontrolerem, že by to na habilitaci postačovalo.

#### Otázky k obhajobě

Nemám žádné otázky, které by vysvětlovaly případné chyby, které jsem nenašel. Do prezentace při obhajobě doporučuji diskutovat některé praktické problémy:

1. Analýzy ukazují, že tlumení kmitání lze zvýšit derivační vazbou od výchylky nebo přímo měřením rychlosti kmitání. Co o tom uchazeč soudí?
2. Výsledkem měření jsou veličiny s přesností řekněme 12 bitů. Ovlivňovalo to stabilitu výpočtů?
3. Je ohybový moment vytvořený piezoaktuátorem pro tlumení kmitání dostatečný?
4. Jaké je poměrné tlumení aluminiového nosníku v porovnání s jinými materiály, jako je běžná konstrukční ocel?

#### Význam pro pedagogickou praxi a další rozvoj vědy

Uchazeč o vědecko-pedagogický titul docent prokazuje, že je schopen seznamovat studenty s nejpokrokovějšími pracovními metodami, které byly v souladu s rozvojem mikroprocesorové techniky a nejmodernějších algoritmů identifikace. Podle mého přesvědčení bude budoucí docent velmi užitečný jak ve výuce a vedení doktorandů, tak ve vědě na mezinárodní úrovni.

Vědecký přínos vidím v prokázání funkceschopnosti nejsložitějších algoritmů identifikace a zvláštní význam vidím v monitorování možného porušení mechanických vlastností aktivně tlumeného systému.

### Odborná a pedagogická způsobilost

Součástí podkladů pro vypracování posudku habilitační práce je plnění předepsaných kritérií ke jmenování docentem. Lze konstatovat, že tyto kritéria v oblasti pedagogické a publikační aktivity plní a v některých položkách přeplňuje. Kniha v angličtině je nesrovnatelně užitečnější než obvyklá skripta nebo učební text. Uchazeč je aktivní ve vědě a výzkumu. Navíc oproti požadavkům na docenta vede (vedl) projekty. Dodatečná kritéria také plní.

Uchazeč má za sebou 5 let praxe pedagoga. Je úctyhodné, že dokázal splnit všechny požadavky k získání vědeckopedagogického titulu docent. Jeho výjimečné nadání dokládá také kniha v angličtině, kterou vydalo jedno ze světoznámých nakladatelství Springer.

### Závěrečné hodnocení

Habilitační práce pana Ing. Gergelyho Takácze, Ph.D. má vysokou odbornou, pedagogickou i formální úroveň, přináší nové teoretické i prakticky ověřené poznatky z oblasti aktivního řízení vibrací včetně identifikace a ukazuje na jeho odbornou i pedagogickou kvalitu, což je zárukou jeho dalšího odborného růstu.

Vzhledem k tomu, že pan Ing. Gergely Takácz, Ph.D. splňuje všechny podmínky stanovené Vyhláškou č. 6/2005 Z.z. MŠ SR a vyhovuje kritériím pro uchazeče o habilitaci na Fakultě strojní Slovenské technické univerzity v Bratislavě, doporučuji jeho habilitační práci k obhajobě a současně uzavřít habilitační řízení s návrhem na udělení vědecko-pedagogického titulu docent v studijním oboru 5.2.16 Mechatronika.

V Ostravě 16. 2. 2015

prof. Ing. Jiří Tůma, CSc.

VŠB-TU Ostrava, Fakulta strojní

