

# Oponentský posudek

diplomové práce  
pana Bc. Jindřicha Karlíčka

s názvem

## Aktivní snižování vibrací pomocí rovinných piezoaktuátorů

vypracované na Fakultě strojní ČVUT v Praze v roce 2017

Předložená práce pana Bc. Jindřicha Karlíčka se zabývá aktivním snižováním vibrací tenkého vetknutého nosníku pomocí rovinných piezoelektrických aktuátorů a senzoru. Rozsah práce je 60 stran, obsahuje 25 obrázků a 4 tabulky. Přílohou práce je 1 CD s elektronickou kopií práce.

Práce je rozdělena do sedmi hlavních kapitol. Po úvodu jsou v první kapitole shrnuty základní postupy modelování poddajných nosníků a piezoelektrických prvků. Druhá kapitola se věnuje metodám aktivního snižování vibrací. Třetí kapitola popisuje tvorbu a analýzu numerického modelu, ve čtvrté je popsáno měření a identifikace reálného modelu. Pátá kapitola se zabývá návrhy LQR a  $H_\infty$  regulátorů. V šesté kapitole jsou prezentovány experimentální výsledky s regulátorem  $H_\infty$ . Sedmá kapitola je věnována shrnutí a okomentování dosažených výsledků.

Téma práce považuji za zajímavé a aktuální, ostatně také navazuje na výzkumný projekt probíhající na školícím pracovišti. Kladně hodnotím, že vedle simulačních a numerických výsledků bylo provedeno i reálné měření a byla tak ověřena funkčnost navrženého řešení. Cíle definované jako pokyny k řešení v zadání práce byly splněny, nicméně si neodpustím výtku, že v samotném textu práce nejsou cíle přesně specifikovány. S tím souvisí i další připomínky. Přestože po formální stránce je práce logicky členěna a zpracována podle standardních postupů a její výsledky považuji za cenné, zasloužila by si větší pečlivost při finálních úpravách, protože obsahuje některé jazykové a typografické prohřešky, které zhoršují přehlednost a čitelnost práce.

### Připomínky k práci:

- 1) Chybí standardní anotační list.
- 2) V rovnicích nejsou fontem rozlišeny skaláry od vektorů a matic, případně nedůsledně a nesystematicky.
- 3) Na straně 11 – tvrzení, že  $w^{II}$  je ohybový moment a  $w^{III}$  je „střih“ není správné. Je sice pravda, že jejich průběh odpovídá průběhu ohybového momentu a posouvající síly, ale muselo by to být násobeno modulem pružnosti a momentem průřezu.
- 4) Na obrázku 2-5 by vstupem do stavového pozorovatele v základní podobě mělo být  $u$  (stejný vstup jako do skutečného systému). Protože se jedná o převzatý obrázek, předpokládám, že šlo o nějakou modifikovanou verzi.
- 5) Nejednotnost označení  $H_\infty$  ( $H_{inf}$ ).
- 5) Překlepy a typografické chyby, např. v rovnici (1.5) chybějící  $d^2$  v čitateli prvního výrazu, v rovnici (1.6) dvojtečka nad rovnítkem místo nad  $w$  apod.

**Chtěl bych, aby se diplomant v průběhu obhajoby vyjádřil k následujícím otázkám:**

1) Pro experiment byly použity dva typy piezopatchů Noliac CMBP09 a CMBP07. Z textu není příliš jasné, které byly použity jako aktuátory a který byl použit jako senzor, nicméně dle obrázku 4-1 to vypadá, že typ CMBP09 byl použit jako senzor a aktuátor č.1 a CMBP07 jako aktuátor č.2. Mohl byste potvrdit tuto informaci a doplnit, na základě čeho byla zvolena právě tato konfigurace a proč např. nebyly použity tři stejné piezopatche?

2) Dle tabulky 4-1 byl pro identifikaci použit model řádu 14. Jak byl řád modelu určován, zkoušel jste i modely nižšího/vyššího řádu?

3) V kapitole 7.1 popisujete dva přístupy k získání stavového popisu z MKP modelu. Lze na základě citovaných pramenů nějak určit, případně alespoň odhadnout, který z přístupů by byl vhodnější?

Závěrem konstatuji, pan Bc. Jindřich Karlíček prokázal schopnost úspěšně řešit zadanou inženýrskou úlohu, jeho práce splnila zadání a doporučuji ji k obhajobě. S ohledem na uvedené připomínky navrhuji po zodpovězení dotazů její hodnocení klasifikačním stupněm **B – velmi dobře**.

V Praze dne 28. srpna 2017

Ing. Petr Beneš, Ph.D.  
ČVUT v Praze, Fakulta strojní  
Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky