

Oponentní posudek diplomové práce
posлуchače Bc. Víta Hlaváčka
ve studijním programu: Strojní inženýrství
oboru: Aplikovaná mechanika
na téma:

**Návrh a optimalizace dynamického hltiče kmitů s více stupni
volnosti**

řešené na ČVUT v Praze, Fakultě strojní v roce 2017

Předložená diplomová práce pana Bc. Víta Hlaváčka o rozsahu 77 stran se zabývá metodami optimalizace a volbou optimalizačních parametrů pasivních dynamických hltičů vibrací s více stupni volnosti. Metody jsou poté aplikovány na optimalizace rovinného hltiče se třemi stupni volnosti a prostorového hltiče se šesti stupni volnosti umístěných na mechanismech s proměnnými modálními vlastnostmi.

Ve stručném úvodu kolega Hlaváček vysvětluje základní motivaci a kontext své diplomové práce a ve druhé kapitole jasně formuluje její cíle. Třetí kapitolu věnuje teorii kmitavých systémů různého typu včetně základních vlastností hltičů i představení nelineárního „X-shape“ prvku. Ve čtvrté kapitole je stručně pojednáno o lokálních a globálních metodách optimalizace použitelných pro úkoly diplomové práce. V páté kapitole je představen rovinný systém, pro který bude dále optimalizován rovinný dynamický hltič. Klíčovou částí práce je šestá kapitola věnovaná optimalizaci rovinného hltiče, která je rozpracována velmi detailně. Na začátku autor sestavuje i svoji verzi genetické optimalizace, poté směřuje k optimalizaci při zatížení s proměnnou frekvencí buzení, návrhu tlumení, otázce robustnosti vůči změně pracovní polohy primární platformy a uzavírá kapitolou o celkové optimalizaci. O něco méně obsáhle než rovinná varianta je optimalizován prostorový hltič pro lanový manipulátor se šesti stupni volnosti. Na rozdíl od rovinné verze byla použita fixní rovnoměrná kubická geometrie rozmístění aktuátorů (pružin) hltiče, což je ovšem vzhledem k velkému rozsahu poloh a velké variabilitě modálních vlastností primárního lanového mechanismu dobře odůvodnitelné. Práci nakonec stručně shrnuje závěrečná osmá kapitola.

Hodnocení tématu diplomové práce

Téma diplomové práce je zajímavé a náročné, konečným cílem do něhož zapadá je ověření možností použití pasivních rovinných a prostorových dynamických hltičů ve srovnání s hltiči s řízenými aktuátory. Dynamické vlastnosti hltičů pro obecné soustavy jsou mnohem komplexnější než u systémů typu lineárních řetězců. Jejich výzkum je velmi potřebný a úkoly optimalizace od formulace přes výpočty zde nejsou jednoznačné ani triviální. Práce je součástí výzkumného projektu řešeného na školícím pracovišti a na její výsledky bude bezprostředně navázáno.

Přístup autora k zadání a dosažené výsledky

Kolega Vít Hlaváček přistoupil k řešení dané obsáhlé problematiky systematicky a se zájmem o věc. Diplomant aktivně čerpal z odborné literatury, věnoval se i přípravě vlastní modifikace optimalizačního genetického algoritmu. Student se musel vypořádat s šířkou tématu a potřebou zúžit zadání jednotlivých optimalizací a přitom dojít k dostatečně obecným závěrům. Toto se mu ve velké míře podařilo pro rovinnou soustavu, u prostorové soustavy není širší zpracování tak velká. Právě porovnání přístupů pro tyto dva případy (2D, 3D) přináší

jisté nejasnosti (nepoužití linearizace a přenosů apod.). Na tyto nejasnosti právě směřují moje dotazy, nicméně celková velmi dobrá úroveň práce jimi není zásadně oslabena. Práce svým rozsahem patří mezi diplomovými pracemi k nadprůměrným a je i kvalitně zpracována. Celkový přístup pana Víta Hlaváčka k diplomové práci považuji za příkladný.

Otázky pro zodpovězení v průběhu obhajoby

Předložená diplomová práce pana Víta Hlaváčka je obsáhlá a kvalitní, nemám k ní přes výše zmíněné komentáře zásadní výhrady obsahové ani formální. Rád bych však požádal studenta v průběhu obhajoby o vyjádření k následujícím třem otázkám.

1) Na straně 62 v odstavci 6.10 je uvedeno, že pokud neznáme přesně frekvenční pracovní interval, je možno v konstrukci použít prvky s nelineární tuhostí popsané v odstavci 3.7.. Prováděl jste nějaké simulační experimenty s takovými prvky v dynamickém hltiči ? U „X-shape“ prvku analyzovaného na základě článku [16] v odstavci 3.7. je efektivní tuhost silně proměnná se změnou tvaru (a tedy pracovní délkou) prvku a jedná se o nelineární prvek vedoucí k poměrně složitému chování při "velkých" kmitech soustavy. Měl jste zde na mysli doladování referenčních tvarů prvků a malé kmity kolem nich ?

2) Při optimalizaci dynamického hltiče u prostorového lanového mechanismu byla použita rovnoměrná kubická geometrie rozmístění aktuátorů (pružin) hltiče, což je vzhledem k velkému rozsahu poloh a velké variabilitě modálních vlastností primárního lanového mechanismu dobře odůvodněné. Uvažoval jste pro porovnání o analogické formulaci problému optimalizace (fixní pravidelná pravoúhlá geometrie aktuátorů hltiče a velká proměnnost vlastností u primárního mechanismu) i pro rovinnou variantu ?

3) Proč nebylo v případě prostorového případu optimalizace hltiče použito linearizovaných modelů pro jednotlivé dílčí testované polohy lanového mechanismu ? Jedině přenosy těchto modelů mohou popsat charakter odezvy v celém spektru vlastních frekvencí a úplně vypovědět o výsledku optimalizace hltiče. Jistou náhradou přenosů může být vyhodnocení časových odezev na pomalu nabíhající „chirp signál“, ani o něm se však u prostorového mechanismu nehovoří.

Závěr

Závěrem konstatuji, že předložená diplomová práce pana Bc. Víta Hlaváčka je obsahově komplexní a na velmi dobré odborné úrovni. Práce splnila dané cíle a nároky na diplomovou práci v oboru „Aplikovaná mechanika“ kladené, doporučuji ji k obhajobě a v případě uspokojivého zodpovězení doplňujících otázek navrhuji hodnocení klasifikačním stupněm „A – výborně“.

V Praze dne 29. srpna 2017

prof. Ing. Zbyněk Šika, Ph.D.
Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky
ČVUT v Praze, Fakulta strojní