

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	MKP analýza tlumiče vibrací
Jméno autora:	Michal Medek
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel
Oponent práce:	Ing. Ondřej Fric
Pracoviště oponenta práce:	Porsche Engineering Services s.r.o., Radlická 714/113a, 158 00 Praha 5

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b> <i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	<b>náročnější</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Úloha je náročná na získání vstupních dat a dat pro případnou validaci MKP modelu.</li><li>- Velmi náročné je také ladění modelu v širším rozsahu zatěžujících frekvencí. „Self-contact“ hyperelastických materiálů může způsobit problémy s konvergencí MKP modelu.</li><li>- Celá úloha klade vysoké nároky na znalost použitého software Abaqus.</li></ul>	

<b>Splnění zadání</b> <i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	<b>splněno</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Zadání splněno v plném rozsahu.</li></ul>	

<b>Zvolený postup řešení</b> <i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	<b>správný</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Obsah rešerše považují za odpovídající požadavkům DP.</li><li>- Zvolené typy MKP modelů jsou vhodné pro daný typ úlohy, nicméně existují i sofistikovanější řešení</li><li>- Oceňují ladění parametrů pomocí programu Matlab, namísto řešení typu pokus-omyl.</li><li>- Zvolený postup řešení je vhodný, ale drobnou úpravou a rozšířením modelů by bylo možné dosáhnout lepších výsledků v širším rozsahu frekvencí.</li></ul>	

<b>Odborná úroveň</b> <i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	<b>C - dobře</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Autor projevil odborné znalosti odpovídající požadavkům na diplomovou práci.</li><li>- Autor vhodně využíval poznatky z uvedených zdrojů</li><li>- U zadaného tématu bych ocenil širší rozvedení, zejména popsat možnosti validace modelu, následné další úpravy a možnosti využití výsledků v praxi.</li></ul>	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b> <i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	<b>B - velmi dobře</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Rozsah práce odpovídá zadání.</li><li>- Místy se vykytují nesmyslné věty vzniklé nedokončenou editací textu.</li><li>- Diplomová práce je vizuálně velmi čistě zpracovaná.</li></ul>	

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b> <i>Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními</i>	<b>A - výborně</b>
---	--------------------

*zvyklostmi a normami.*

- Citované části jsou v textu zřetelně označeny s odkazem na seznam použité literatury, obsažené údaje se zdají být kompletní.
- Z obsahu práce a seznamu použité literatury je zřejmé, že autor aktivně vyhledával a studoval dostupné zdroje včetně vědeckých článků. Zvolené zdroje považuji za vhodné.

#### **Další komentáře a hodnocení**

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

Doporučení k MKP modelování:

- Pro 3D model by bylo vhodnější zvolit hybridní hexa elementy (C3D8H), případně modifikované (hybridní) kvadratické tetra elementy C3D10M(H), které lépe vyhodnocují kontaktní tlak než prvky C3D10 zvolené pro reálnou geometrii. Model by šel zjednodušit vypuštěním analytických tuhých těles (a jim přilehlých vazeb) nahrazujících kovové části tlumiče tuhými vazbami (coupling-kinematic)
- V případě 1D modelu který řeší vazbu typu node-to-node nevidím jako zcela opodstatněné použití hvězdice 6-ti jednosměrných pružin a tlumičů pro řešení posuvových stupňů volnosti (3DOF). Úloha by šla zjednodušit použitím prvku typ Joint C nebo connector (6DOF), který má téměř neomezené možnosti definice.

Další komentáře:

- Bylo dosaženo vcelku dobré korelace 1D modelu s 3D modelem v oblasti nižších frekvencí. 3D model vykazuje vyšší tlumení – amplituda pozvoina klesá, oproti tomu 1D model vykazuje ustálené chování. Uvedené výsledky při zatěžování s frekvencí 50 [Hz] jsou zvláštní a zasloužily by hlubší prostudování. Autor se zaměřil pouze na nízkofrekvenční namáhání, ale buzení od pohonného ústrojí může mít frekvence i v řádech stovek [Hz].
- Pro praktické využití by bylo nutné modifikovat modely, tak aby lépe popisovaly chování v širším rozsahu frekvencí a provést další srovnávací výpočty v celém rozsahu frekvencí. Vhodným doplněním by byla validace výpočetního modelu na základě měření.

### **III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE**

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

Autor projevil dobré odborné znalosti. Na základě uvedených výsledků je zřejmé, že zvolený postup řešení a použité nástroje jsou vhodné, ale výsledky práce na mě působí příliš otevřeně. Pro lepší klasifikaci by zpracování výsledků vyžadovalo další rozpracování, nebo přinejmenším nastínění dalšího postupu – zejména pak se zaměřením na optimalizaci modelu s ohledem na výpočetní čas a korelaci výsledků v širším spektru frekvencí, které se na tlumiči vibrací pohonného ústrojí mohou vyskytnout.

Na autora práce bych měl následující dotazy:

- 1) Jak by upravil model a jak by postupoval, aby dosáhl lepší korelace 1D a 3D modelu v širším spektru frekvencí?
- 2) Jak by bylo možné provést validaci MKP modelu?
- 3) Poprosil bych o stručný popis modelu v Matlabu pro určení 1D charakteristik.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře.**

Datum: 31.1.2016

Podpis:

