



Posudek oponenta diplomové práce pana Michala Mračka na téma:

Návrh a identifikace zjednodušeného popisu silentbloku pro globální MKP modely

Aktuálnost a možnosti využití výsledků diplomové práce:

Silentbloky (dvě kovová pouzdra oddělená pryžovým elementem) jsou součástí prakticky všech strojních sestav a konstrukcí, kde plní především funkci spojovacích členů mezi rámem a agregátem. Aby silentbloky správně plnily svoji funkci, tzn., tlumily přenos vibrací od agregátů do základního rámu, je nutné je dimenzovat s ohledem na dynamické naladění celé konstrukce. Výpočty dynamického chování konstrukcí se dnes již běžně provádí pomocí MKP. A právě zde nalézají uplatnění pracovní postupy, použité metody a dosažené výsledky předkládané diplomové práce, která je věnována návrhu zjednodušeného modelu silentbloku pro provádění jak statických, tak i dynamických MKP simulací.

Obsah práce:

Diplomová práce je členěna do dvou základních částí. První část diplomant věnuje teorii hyper a viskoelastickosti. Vysvětluje základní pojmy a uvádí několik vhodných matematických modelů pro popis chování hyper a viskoelastického materiálu při zatěžování.

V druhé části diplomant popisuje použité postupy a metody při identifikaci parametrů zjednodušeného modelu silentbloku. Východiskem identifikace jsou diplomantem provedená měření odezvy zvoleného silentbloku na statické a dynamické zatěžování v axiálním směru.

Identifikace parametrů zjednodušeného modelu silentbloku, resp. vyhodnocení naměřených dat probíhá zvlášť pro statické a dynamické zatěžování.

V oblasti statického zatěžování jsou ze změřené závislosti síly na axiálním stlačení silentbloku stanoveny parametry Yeohova materiálového modelu pryže. Ten je následně použit v detailním MKP modelu silentbloku, pro výpočetní stanovení závislosti síly na radiálním stlačení. Změřená a vypočtená závislost síly na stlačení silentbloku v axiálním a radiálním směru jsou následně použity pro definici nelineárních pružin ve třech na sebe kolmých směrech. Tyto pružiny potom reprezentují zjednodušený model silentbloku pro statické MKP analýzy.

V oblasti dynamického zatěžování je identifikace parametrů zjednodušeného modelu silentbloku složitější. Na základě poměrně rozsáhlého souboru provedených měření studuje diplomant jak vliv frekvence zatěžování, tak i vliv velikosti statického zatížení (předpětí) silentbloku na jeho dynamickou odezvu.

Při dynamickém zatěžování se projevují viskoelastické vlastnosti pryže, které se diplomant pokouší aproximovat matematickými modely uvedenými v teoretické části. Jako nejvhodnější se jeví jednoduchý Kelvinův model (paralelní spojení pružiny a tlumiče). Detailním rozбором výsledků zkoušek pro různé frekvence zatěžování diplomant dochází k závěru, že oba hledané parametry náhradního modelu tuhost a tlumení, je možné v daném frekvenčním rozsahu považovat za frekvenčně nezávislé a stanovuje jejich „průměrné“ hodnoty pro axiální zatěžování silentbloku.

Hodnoty parametrů náhradního modelu pro radiální způsob zatěžování silentbloku jsou stejně jako v případě statického zatěžování stanoveny výpočetně pomocí detailního MKP modelu. Materiál pryže je aproximován lineárním elastickým modelem, jehož parametry (Youngův modul pružnosti a tlumení) jsou vhodně stanoveny. Zjednodušený model silentbloku pro dynamické MKP analýzy bez uvažování předpětí je potom reprezentován maticí tuhosti a maticí tlumení.

Vyhodnocení zkoušek s předpětím ukazuje, že jak tuhost, tak i tlumení silentbloku nezanedbatelně závisí na velikosti předpětí. Důvodem může být jak nelineární chování materiálu pryže, tak i geometrické nelinearity v procesu zatěžování silentbloku. Jako vhodný zjednodušený model silentbloku pro dynamické MKP analýzy s uvažováním předpětí diplomant navrhuje nelineární pružiny a tlumiče s charakteristikami získanými měřením.



Hodnocení práce:

Po formální stránce je předkládaná diplomová práce standardní, vytknul bych pouze horší kvalitu některých obrázků (např. Obr. 2, 3, 4, 23) a zarovnání tabulek v textu (Tab. 1 a 2). Autora bych ještě upozornil na několik stylistických pochybení. Jedná se především o nejednotné používání první osoby jednotného a množného čísla, nejednotné používání přítomného a minulého času a nejednotné používání činného a trpného rodu.

Po stránce faktické a obsahové postrádám v úvodní části alespoň stručnou rešerši řešené problematiky. Rozsah teoretické i praktické části považuji za přiměřený. Aplikované metody a pracovní postupy jsou vhodně zvolené.

Kladně hodnotím rozsah a vyhodnocení provedených experimentů, které jsou podkladem pro naplnění cílů diplomové práce. Diplomant detailně popisuje způsob identifikace vlastností navržených náhradních modelů silentbloku pro statické i dynamické zatěžování. Větší pozornost by si dle mého názoru zasloužil rozbor výsledků zkoušek a MKP analýz dynamického chování silentbloku při uvažování statického zatížení, resp. předpětí, neboť se jedná o standardní pracovní režim většiny silentbloků. Jak sám diplomant v práci uvádí, je v této oblasti celá řada stále otevřených otázek.

Celkový dobrý dojem z předkládané práce trochu kazí některé, z pohledu technického textu, nepřesné slovní obraty a z toho plynoucí horší srozumitelnost některých odstavců. Z celé práce vybírám následující příklady, které by měly autora na drobné prohřešky upozornit: na Obr. 5 popis svislé osy nebo obsah legendy zřejmě neodpovídá zobrazovaným veličinám; obsah posledního odstavce na str. 19 by měl být součástí jiné kapitoly, např. kapitoly č. 6; na Obr. 13, 14, 22 jsou na vodorovnou osu vynášeny pravděpodobně hodnoty axiálního stlačení silentbloku, nikoliv deformace; pojmenování tabulky *Tab. 1. Čísla měření a) první sady, b) druhé sady* je zmatečné, z předchozího textu není zcela zřejmé, co je první a co druhá sada; text poznámky na str. 32 je bez alespoň okrajové znalosti problematiky dynamického zatěžování těžko pochopitelný; v kapitole 6.3 jsou použité matematické modely označeny písmeny A, B, C, stejně jako konstanty těchto modelů; v úvodním odstavci kapitoly 6.4.1 by bylo vhodné více rozvést pojem dynamická tuhost, nesrozumitelná je věta: „*Dynamická tuhost se může uplatnit při řešení problémů ve frekvenční doméně*“.

Závěrem mohu konstatovat, že diplomant **Michal Mračko** splnil požadavky zadání a prokázal, že je schopen dobře aplikovat znalosti získané během studia. Vzhledem ke kvalitě a rozsahu diplomové práce navrhuji i přes výše uvedené připomínky diplomovou práci s názvem „*Návrh a identifikace zjednodušeného popisu silentbloku pro globální MKP modely*“ k obhajobě a hodnotím ji známkou **B (velmi dobře)**.

Ing. Josef Jurenka, Ph.D.

Fakulta strojní ČVUT v Praze
Technická 4
166 07 Praha 6
E-mail: josef.jurenka@fs.cvut.cz

Téma k diskuzi:

- Práce je zaměřena na identifikaci parametrů náhradního modelu silentbloku. Identifikované parametry jsou platné pouze pro daný typ silentbloku. Je možné navrhnout postup, který by umožnil stanovit parametry zvoleného náhradního modelu silentbloku pouze na základě znalosti materiálových vlastností použité pryže? Jaké materiálové vlastnosti pryže by bylo potřeba znát/změřit (jak?)?
- Proč nebylo při zkouškách aplikováno silové zatěžování.
- Jaký náhradní model silentbloků se používá v současných MKP modelech na pracovišti Bobcat.