

Prof. Ing. Vojtěch Dynybyl, Ph. D.
České vysoké učení technické v Praze
Fakulta strojní, Ú 12113, Ústav konstruování a částí strojů
Technická 4, Praha 6 – Dejvice

Oponentský posudek disertační práce Ing. Michala PETRŮ

„Automobilová sedačka s nepolyuretanovým materiálem“

Na základě pověření doc. Ing. Miroslava Malého, CSc., děkana Fakulty strojní TU Liberec (č. j. 12/2112/0096/ST), jsem vypracoval tento oponentský posudek na výše uvedenou disertační práci.

Rozbor práce

Práce se skládá z devíti kapitol, obsahuje použitou literaturu i seznam vlastních publikací. V úvodu je uvedena motivace práce. V kapitole druhé je přehled současného stavu problematiky a to jak z hlediska konstrukce, tak i z hlediska požadavků na bezpečnost a komfort.

V třetí kapitole jsou přehledně představeny cíle práce. Kapitola čtvrtá obsahuje analýzu chování vzorků PU pěna a materiálů NPU a jejich vzájemné porovnání. Výběr materiálu pro konečnou konstrukci sedačky je vysvětlen v kapitole páté. Byl proveden soubor experimentálních kroků a výpočtových MKP kroků.

V šesté kapitole je popsán konstrukční návrh pro řízené snižování vibrací v sedačce. Toho je dosaženo pomocí aktivního členu – viskoelastické kompozitní textilie, které je ovládána mechanickou vazbou. Práce vrcholí v sedmé kapitole konstrukčním řešením sedačky s nepolyuretanovým materiálem sedáku a s aktivně regulovanou výztuhou. Sedačka byla testována na experimentálním zařízení.

Závěrečné kapitoly shrnují přínosy práce a dosažené výsledky.

Celkové zhodnocení práce

Konstatuji, že předložená práce je zpracována na výborné odborné úrovni. Práce souvisí s výzkumnou činností Katedry částí a mechanismů strojů a pro experimentální podporu využívá vybudované HDL.

Práce obsahuje přehled současného stavu, cíle práce, vlastní řešení a závěr s doporučeními. Tím splňuje formální požadavky na disertační práci.

Vlastní práce autora se opírá o teoretické přístupy s matematickým popisem, které jsou ověřovány experimenty. Další použitou metodou jsou MKP simulace. Použité metody se velmi vhodně prolínají a vytváří věrohodný obraz celého postupu výzkumu.

a) Zhodnocení významu práce pro obor, aktuálnost tématu

Ve vědním oboru „konstrukce strojů a zařízení“ je tato práce přínosem. Problematika komfortu uživatelů automobilů je jednou z hlavních priorit v automobilovém průmyslu. Využití recyklovaných materiálů při výrobě sedaček je velmi nosným tématem.

Téma disertační práce považuji za velmi aktuální. Udělení patentu dokazuje novost řešení.

b) Vyjádření k postupu řešení, metodám a splnění cílů

Idea postupu řešení je logická a systematická. Autor formuluje v úvodu cíle práce, uspořádává je logicky za sebou tak, jak práce musela postupovat, aby byla zachována návaznost činností.

Použité metody zcela odpovídají potřebám provedení výzkumu a jsou využívány s jistotou, která dokládá vědecké schopnosti autora. Teoretické znalosti a jejich využití je v práci doloženo.

Cíle práce byly splněny v celém rozsahu.

c) Vyjádření k výsledkům a původnosti konkrétního přínosu práce

V práci jsou zcela konkrétní původní výsledky a to jak z oblasti metodické a experimentální, tak z oblasti konstrukční (viz uvedený patent a užitečný vzor). Autor konkretizuje přínosy své práce na str. 120 a 121. Cenné jsou informace o recyklovaných vláknech a jejich porovnání s PU pěnou. Aktivní regulace výztuhy sedáku umožňuje řízené snížení vibrací. Navržené zkušební zařízení bude jistě využito v dalším výzkumu.

d) Formální zpracování práce

Také po formální stránce je práce velmi zdařilá. Text je srozumitelný, odkazový aparát na literaturu a obrázky je dostatečný. Obrázky, grafy a schéma jsou názorná a dobře čitelná.

e) Hodnocení publikací disertanta

Publikační činnost disertanta je mimořádně obsáhlá. Vedle dvou impaktovaných časopisů publikoval disertant i v dalších vědeckých časopisech a na různých konferencích. Je spoluautorem patentu a užitečného vzoru.

f) Závěrečné vyjádření

Na základě výše uvedeného **doporučuji** dle zákona č. 111/1998 Sb. §47 disertační práci Ing. Michala Petru k obhajobě a po úspěšné obhajobě doporučuji udělit disertantovi akademický titul

„doktor“.

V Praze dne 19. 5. 2012


prof. Ing. Vojtěch Dynybyl, Ph. D.

OPONENTNÍ POSUDEK

Disertační práce: **Automobilová sedačka s nepolyuretanovým materiálem**

Autor: **Ing. Michal PETRŮ**

Oponent: **doc. Ing. David HERÁK, Ph.D.**

**Katedra mechaniky a strojnictví, Technická fakulta,
Česká zemědělská univerzita v Praze**

Stručný obsah disertační práce

Předkládaná disertační práce se zabývá studiem a analýzou mechanických vlastností vybraných materiálových struktur aplikovatelných pro konstrukci výplně komfortní vrstvy sedáku automobilové sedačky a také konstrukčním návrhem aktivní regulovatelné výztuhy sedáku automobilové sedačky. Disertační práce popisuje sestavení matematicko-fyzikálního modelu nelineárních vlastností polyuretanové pěny a vybraných nepolyuretanových materiálů z vláknenných kompozitních struktur při stlačení. V práci byly provedeny verifikační experimenty na reálných vzorcích a tyto experimenty byly ověřeny pomocí modelových simulací metodou konečných prvků. Součástí práce byl také návrh konstrukce funkčního modelu, který byl experimentálně porovnán s konstrukcí sedačky v současnosti vyráběné. Výsledkem řešení disertační práce je funkční model automobilové sedačky s nepolyuretanovým materiálem s aktivní regulovatelnou výztuhou snižující podíl vstupních vibrací do sedačky.

Stanovené cíle

Hlavním cílem disertační práce byla konstrukce funkčního modelu automobilové sedačky s nepolyuretanovým materiálem v propojení s aktivně regulovatelnou výztuhou sedáku pro zajištění odpovídající kvality sezení.

Cíle disertační práce byly dále blíže specifikovány.

- Konstrukce funkčního modelu výplně komfortní vrstvy sedáku s nepolyuretanovým materiálem.
- Konstrukce funkčního modelu sedáku s aktivně regulovatelnou výztuhou pro řízené snižování vibrací v automobilové sedačce.
- Zkoušení funkčního modelu automobilové sedačky s nepolyuretanovým materiálem s aktivně regulovatelnou výztuhou sedáku.

Dle mého názoru lze konstatovat, že všechny cíle disertační práce byly splněny.

Rozbor současného stavu

Pro rozbor současného stavu čerpal doktorand z vědeckých prací, odborných knih, sborníků konferencí a publikací z prestižních mezinárodních vědeckých časopisů. Ve stručné, ale výstižné formě popsal doktorand trendy vývoje automobilových sedaček a jejich konstrukci. V rešeršní části disertační práce jsou uvedeny jednotlivé přístupy k náhradě polyuretanové pěny, redukce hmotnosti, zlepšení vibroizolačních vlastností a jsou zde i uvedeny příklady modelových simulací. Diskuze je podložena referencemi uvedenými v použité literatuře.

Teoretický přínos

Doktorand sestavil teoretický model mechanického chování, který může být použit pro řešení problematik mechanického chování nehomogenních anizotropních entit pod tlakovým zatížením nejenom v oboru „Konstrukce strojů a zařízení“, ale také v rozličných vědních oborech jako je například „Agricultural Engineering“ či „Biosystems Engineering“. Disertační práce má multidisciplinární teoretický přínos. Doktorand byl jedním z prvních v celosvětovém měřítku, který dokázal vhodně a jednoduše aplikovat MKP na popis nelineárního mechanického chování, což je také popsáno v jeho článku „Finite element method model of the mechanical behaviour of *Jatropha curcas* L. seed under compression loading“ publikovaném ve vědeckém časopisu Biosystems Engineering. Tento článek je v současnosti v databázi Science direct nejstahovanějším článkem v daném oboru.

Praktický přínos práce

Doktorand prokázal možnost použití modelů MKP pro řešení dané problematiky a tyto modely ověřil na provedených experimentech. Z jeho výsledků vyplývá možnost použití simulačních metod pro průmyslový návrh automobilových sedaček s nepolyuretanovým materiálem.

Vyjádření k postupu řešení a použitým metodám

Postup řešení je logický a systematický. Autor formuluje v úvodu cíle své práce, které jsou postupně v dalších kapitolách práce splněny. Použité postupy a metody zcela odpovídají potřebám provedené rešerše a výzkumu. Metody byly vhodně zvoleny a také vhodně aplikovány, což vedlo k úspěšnému vyřešení dané problematiky.

Zhodnocení významu disertační práce pro obor

Disertační práce významně rozšiřuje znalosti v oboru „Konstrukce strojů a zařízení“, doktorand jednoznačně prokázal odpovídající znalosti v tomto oboru.

Vyjádření k výsledkům a původnosti konkrétního přínosu

V disertační práci jsou uvedeny zcela konkrétní původní výsledky a to jak z oblasti metodické tak také v oblasti experimentální. Doktorand vhodně používal citované prameny a vhodně využil své znalosti z oboru „Konstrukce strojů a zařízení“ a oborů příbuzných.

Formální úroveň práce

Předložená disertační práce má 131 stran textu a 18 stran příloh. Obsah disertační práce a náplň jednotlivých kapitol je v souladu s požadavky studijního a zkušebního řádu TU v Liberci. Disertační práce je zpracována pečlivě, logicky, srozumitelně a na velmi dobré technické úrovni s velkým množstvím přehledných barevných grafů a obrázků. V textu disertační práce je také několik drobných formálních nesrovnalostí, které však nejsou dle mého názoru nijak zásadní a nestěžují orientaci v textu disertační práce.

Hodnocení publikační činnosti

Doktorand se věnuje publikování výsledků svých vědeckých prací od roku 2008. Své práce prezentoval na několika prestižních mezinárodních symposiích a publikoval v prestižních mezinárodních vědeckých časopisech. Doktorand má dokonce několik záznamů svých publikací v prestižní databázi „Web of Science“ a je autorem dvou vědeckých článků s IF.

Celkové zhodnocení

Doktorand prokázal schopnost samostatné vědecké práce, prokázal vysokou kvalifikaci ve svém oboru a prokázal, že dokáže své znalosti prakticky aplikovat. Z disertační práce je zřejmé, že doktorand dokáže najít podstatu vědeckého problému a vhodnými metodami tento problém vyřešit.

Otázky k obhajobě

1. Bylo by možné použít pro analýzu vámi naměřených křivek mechanického chování teorii tangenciální křivky vycházející z Marquardt Levenbergovy teorie?
2. Jak byly stanoveny hodnoty mezních přetvoření u mechanické charakteristiky NPU materiálu (obr. 4.2.4), oblast I: 0 – 0,5, oblast II: 0,5 – 0,8, oblast III: 0,8 – 1 ?

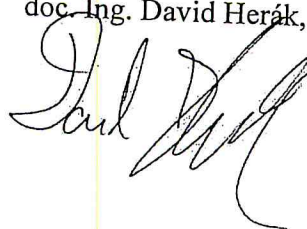
3. Při vyhodnocení a porovnání výsledků experimentů a simulací postrádám statistické hodnocení, jako je např. ANOVA, bylo toto hodnocení prováděno? Jestliže ano s jakými výsledky?
4. Lze očekávat, že teplotní působení či vlhkost ovlivní chování materiálů použitých v simulačním modelu. Lze tyto vlivy zohlednit v navrženém simulačním modelu?

Závěrečné vyjádření

Doktorand Ing. Michal Petrů předložil disertační práci splňující požadavky dle studijního a zkušebního řádu TU v Liberci a doporučuji proto, dle zákona č. 111/1998 Sb., panu **Ing. Michalu Petrů**, po úspěšné obhajobě, **udělit akademický titul „doktor“** (ve zkratce Ph.D. uváděné za jménem).

V Praze dne 25.5.2012.

doc. Ing. David Herák, Ph.D.





POSUDEK DISERTAČNÍ PRÁCE

Autor: Michal Petruž, Ing..
Název práce: Automobilová sedačka s nepolyuretanovým materiálem
Školitel: doc. Ing. Vítězslav Fliegel, CSc.
Pracoviště: Technická univerzita Liberec

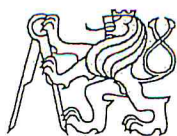
Předložená disertační práce v rozsahu 131 stran bez příloh se zabývá studiem a analýzou mechanických vlastností vybraných materiálových struktur aplikovatelných pro konstrukci výplně komfortní vrstvy sedáku automobilové sedačky a dále konstrukčním návrhem aktivní regulovatelné výztuhy sedáku automobilové sedačky. Práce obsahuje formálně všechny náležitosti. Syntaxe a sémantika jsou na dobré úrovni. Struktura práce má logické uspořádání, řazení od obecného ke konkrétnímu až po závěrečná doporučení odpovídají osvědčeným zvyklostem. K drobným pochybením patří laické formulace na str. 5, řádku 9 „...hmotnost člověka ...“ se nezvyšuje a řádku 10, kinetická energie je $\frac{1}{2}mv^2$.

Cíl ve znění „konstrukce funkčního modelu (vzorku) automobilové sedačky s nepolyuretanovým materiálem v propojení s aktivně regulovatelnou výztuhou sedáku“ podle kapitoly 3, byl pojat jako segment celého širokého problému automobilových sedaček. Zúžen byl na náhradu dosud používaného materiálu PUP (případně MIPP) recyklovatelnými materiály, při zachování nebo zlepšení některých jeho vlastností a na konstrukci sedáku, který aktivně zamezuje přenosu vibrací na část těla osoby.

Je zřejmé, že autor nemohl pro značný rozsah problematiky řešit veškeré požadavky kladené na automobilové sedačky. Pokud má být splnění cíle posouzeno jen z hlediska recyklovatelnosti materiálu sedadla a z hlediska přenosu vibrací na osobu sedákem (nikoliv opěradlem), pak považuji cíl práce za splněný.

K objasnění komplexního řešení problému bych požádal autora při obhajobě o vysvětlení následujících témat.

1. O jaký druh automobilové sedačky se jedná? Z obsahu se jeví jako zásadní sedačka pro řidiče, tedy subjekt, na který se vztahuje legislativa pro pracovní místo. Může však jít zřejmě i o sedačku autobusovou nebo jinou, kterých by se pak dotýkala legislativa jiná.

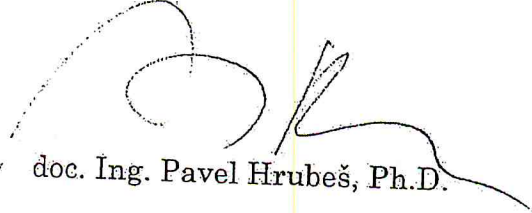


2. Byla při náhradě PUP materiálu NPU materiálem zohledněna též otázka jiných vlastností, jakými jsou např.: hořlavost, samozhášivost, toxicita, smyková pevnost, technologická tvarovatelnost apod. (viz odst. 2.2.3, str. 13)
3. Byly při řešení úkolu zohledněny zákony, které s věcí souvisí? Pro úplnost připomínám, že autor prokazuje v textu znalost některých zákonů a norem (např. EHK 17; ISO 6549; EHS 2000/53/ES aj.). Přehlednější by však bylo, kdyby autor shrnul všechnu legislativu s problémem související a poukázal, zda navržené řešení splňuje kritéria této legislativy. Jako příklady zde uvádím:
 - Geometrie sezení: ČSN 30 0724 (SAE J833) poloha sedících osob v automobilu; ČSN 30 0734 pracovní místo řidiče.
 - Sedadla a opěrky hlav: EHK 17; EHS 74/408; 96/37 pevnost sedadel, úchytů a opěrek hlav (v práci je zmíněno). EHK 25; EHS 78/932 opěry hlav. EHK 80 pevnost sedadel autobusů.
 - Vnitřní bezpečnost: EHK 21; EHS 74/60; 78/632; 2000/4 bezpečnost interiéru vozidel.
 - Bezpečnost pasivní: (v práci je zmíněno).
 - Vibrace: ČSN EN 30 326-1 laboratorní metoda hodnocení vibrací vozidlových sedadel; ISO 10326 vibrace sedadel; ISO 2631 hodnocení expozice člověka celkovými vibracemi.
 - Recyklovatelnost: EHS/ES 2000/53 likvidace vozidel (v práci je zmíněno); EHS 67/548 seznam nebezpečných látek v odpadu.
4. Proč nebyly při hodnocení experimentů použity zásady statistiky a není uvedena alespoň pravděpodobná chyba měření (ISO 3534; ISO 5725).
5. Co je příčinou značných rozdílů měrné a plošné hmotnosti jednotlivých vzorků viz tab. 4.2.1 na str. 44 a tab. 4.1.2 na str. 31?

Kapitoly 5, 6 a 7 považuji za vysoce odborně zpracované. Přes uvedené nedostatky považuji práci za velmi pěknou, svědčí nejen o teoretických poznatcích autora ale i o schopnosti jejich praktických aplikacích v oblasti odborného zaměření.

Posuzovaná práce dle mého názoru plně splňuje požadavky kladené na disertační práci, a proto doporučuji její přijetí a umožnění autorovi její obhájení pro udělení titulu Ph.D.

V Praze, 31. května 2012



doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.