



Posudek disertační práce

Uchazeč Ing. Tomáš Fíla

Název disertační práce Stanovení mechanického chování materiálů při rychlých deformacích metodou SPHB

Studijní obor Dopravní systémy a technika

Školitel Prof. Ing. Ondřej Jiroušek, Ph.D.

Oponent Ing. Radek Kolman, Ph.D.

Ústav termomechaniky, AV ČR, v.v.i., Dolejškova 1402/5, 182 00 Praha

e-mail kolman@it.cas.cz

Aktuálnost tématu disertační práce

Téma předkládané disertační práce – experimentální výzkum mechanického chování 3D tištěných struktur – je velice aktuální. 3D tisk kovových i nekovových materiálů se stává v současné době standardní výrobní technologií pro prototypy a unikátních výrobky v oblasti biomechaniky, leteckého průmyslu nebo kosmického výzkumu a mnoha jiných. Proto znalost mechanického chování těchto materiálů a struktur vyrobených 3D tiskem je velice důležitá pro inženýrské aplikace. V současné době probíhá intenzivní transfer těchto znalostí do konstrukční a vývojové praxe v mnoha oborech a taktéž do výuky na technických univerzitách. Tímto bude tato znalost velice prospěšná pro absolventy Fakulty dopravní, ČVUT v Praze. Značná aplikace těchto 3D tištěných struktur o nízké hmotnosti s optimalizovanou topologií vedou k použití pro dynamicky a rázově namáhané součásti a prvky, jako jsou nárazníky dopravních prostředků, ochranné pasivní i aktivní prvky, tlumiče vibrací a chytré struktury s více funkcionalit. Taktéž se technologie 3D tisku ukázala v současné době pandemické krize jako velice nápomocný nástroj pro rychlou výrobu ochranných prostředků ve zdravotnictví.

Práce se věnuje převážně experimentálnímu výzkumu dynamického chování 3D tištěných struktur, studiu hlavních zákonitostí a jevů v této oblasti a taktéž identifikaci materiálových parametrů matematických modelů popisujících mechanické chování struktur. Bez této znalosti nelze vhodně realizovat numerické simulace pro návrh nových struktur a použití optimalizačních nástrojů pro rázově zatížená tělesa a konstrukční celky.

Tímto bych vyzdvihl vysokou aktuálnost zvoleného tématu předkládané disertační práce.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Splnění cílů disertační práce

Cíle práce jsou jasně deklarovány na straně 15 předkládané práce. Hlavní cíle práce jsou: návrh a vývoj experimentálních zařízení pro studium dynamického chování vybraných 3D tištěných struktur, použití experimentální techniky pro záznam časové odezvy vybraných 3D tištěných struktur, následný samotný výzkum dynamického chování 3D struktur a zpracování experimentálních dat pro identifikaci parametrů numerických modelů pro následné použití v numerickém modelování, např. metodou konečných prvků.



Samotné detailní řešení stanovených cílů je prezentováno v kapitolách 4 a 5.

V kapitole 4 je popsána teoretická znalost problematiky, popis experimentálních metod, jejich principů a je navrženo řešení experimentálního zařízení pro následné použití pro hlavní cíle projektu.

V kapitole 5 jsou představeny výsledky experimentů a výsledky zpracování experimentálních dat pro potřeby identifikace dynamického chování vybraných 3D tištěných struktur.

Je nutné zmínit, že se během řešení projektu podařilo navrhnout unikátní experimentální zařízení pro studium dynamického chování materiálů a struktur na evropské úrovni s vysokým potenciálem pro následný rozvoj a rozšíření pro další podobné experimenty a další moderní materiály.

Na základě rozboru cílů a jejich řešení je možnost shledat, že cíle předkládané práce byly plně splněny.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Metody a postupy řešení

Práce předkládá ucelený popis experimentálního výzkumu dynamického chování 3D tištěných struktur s navazujícím prezentováním experimentálních výsledků, jejich zpracování a následným komentářem a závěrem.

Použité metody a postupy jsou voleny adekvátně problematice. Autor před započítím řešení tématu práce provedl důkladnou a rozsáhlou rešerši stávajícího stavu experimentálních metod pro výzkum dynamického chování 3D tištěných struktur. Během řešení projektu bylo navrženo konstrukční řešení a dotaženo do praktického použití. Je nutno opět zmínit, že bylo vytvořeno unikátní experimentální vybavení pro studium oblasti zájmu disertační práce.

Pro měření dynamické odezvy materiálů a 3D tištěných struktur a následné vyhodnocení výsledků byla použita moderní experimentální zařízení na evropské úrovni. Byly použity technologie DIC ve spojení se záznamem rychlými a kvalitními kamerami. Následně byly použity nástroje pro určení deformací, rychlostí deformace a jejich citlivosti vhodnými softwary.

Postup řešení a jeho metody byly zvoleny správně a vedly k požadovaným cílům práce. Výsledky práce byly dostatečně publikovány v zahraničních časopisech s impaktním faktorem.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

**Výsledky disertace - konkrétní přínosy disertanta**

Výsledky experimentálního výzkumu 3D tištěných struktur jsou velkým přínosem pro praxi a podporu českého průmyslu.

Autor práce se podílel na celém procesu realizace, konstrukce, zabezpečení výroby, zavedení skutečného použití, verifikace a testování a následného použití pro experimentální výzkum dynamického chování 3D tištěných struktur. Velice je ctěna konstrukční realizace experimentálního zařízení s mnoha detaily a vizemi pro budoucí rozšíření. Detailní pozornost byla věnována měření vhodných veličin sloužící k identifikaci dynamického chování 3D tištěných struktur.

Jsou zcela jasně vidět konkrétní přínosy autora práce. Dále je patrná kvalitní publikační činnost autora během řešení disertační práce.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Význam pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

3D tištěné výrobky a prototypy budou stále častěji běžnou součástí inženýrské praxe. Což se ukazuje na základě zpětné vazby oponenta s konstrukční a výrobní sférou v ČR. 3D tištěné součásti s optimalizovanou hmotností a funkcí budou stále více aktivně používány v praxi, hlavně v leteckém, biomechanickém a kosmickém odvětví, kde cena výrobku není prvořadý požadavek na rozdíl od automobilového průmyslu. Je očekáván transfer znalostí dynamického chování 3D tištěných struktur do inženýrské praxe skrz absolventy Dopravní fakulty, ČVUT v Praze, čímž autor práce velice přispěl a určitě v následujících letech dále aktivně přispěje.

Na základě publikační činnosti autora práce, jak už v rámci impaktovaných publikací nebo příspěvků na českých a zahraničních konferencích, je shledán význačný přínos ve vědeckém oboru tématu práce. Dále bych vyzdvihl mezinárodní spolupráci autora a to hlavně s předními vědeckými týmy v oblasti tématu práce v Německu a Slovinsku. Tyto mezinárodní pracoviště patří k uznávaným v rámci světové komunity. Toto je možné říci na základě osobních setkání představitelů zahraničních partnerů s oponentem práce.

Znalosti a dovednosti získané během řešení práce mají vysoký potenciál pro spolupráci s českým i zahraničním průmyslem a velice poslouží k výuce na Dopravní fakultě, ČVUT v Praze.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Disertační práce je dobře strukturovaná a přehledná. Teoretický základ práce je dobře zpracován. Cíle práce jsou dobře specifikované a následně řešeny a okomentovány. Konstrukční řešení a experimentální části jsou plnohodnotně popsány, experimentální výsledky jsou taktéž dobře zpracovány, vyhodnoceny a diskutovány. Výsledný dojem práce budí dojem vynikající a kvalitní práce. Obrázky jsou čitelné a srozumitelné.

Použitá angličtina je na vysoké úrovni.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý



Připomínky

Navrhuji autorovi práce zvážení publikování předkládané práce jako samostatné publikace – kniha, skripta a atd.

Dále navrhuji autorovi se v budoucnu zaměřit na studium dalších 3D tištěných struktur s cílem vytvoření znalostní databáze dynamického chování těchto struktur se zaměřením na možnost více-materiální 3D tisk. Tyto znalosti pak mohou být dobře přenositelné do inženýrské praxe.

V současné době začínají být značně populární pokročilé materiály. Jedním z příkladů těchto materiálů jsou porézní materiály – tuhý skelet naplněný tekutinou. Tyto materiály mají dodatečné dynamické chování a tlumící vlastnosti, což lze s velkým úspěchem uplatit do aplikace zabývající se v předkládané práci.

Závěrečné zhodnocení disertace

Předložená disertační práce představuje kvalitní a samostatný text věnující se experimentálnímu výzkumu dynamického chování vybraných 3D tištěných struktur. Práce popisuje chování jednotlivých struktur, vliv rychlosti deformace a teploty na jejich dynamické chování. Jsou detailně popsány použité experimentální metody. Pro úspěšné řešení disertační práce byly na pracovišti řešitele navrženy, vyrobeny a následně použity unikátní experimentální zařízení. Bez tohoto vybavení by nebylo možné předkládanou práci dokončit a realizovat potřebné experimenty.

Disertační práce je originální soubor znalostí obsahující materiál publikovaný v několika impaktovaných publikacích, kde autor práce je člen autorského kolektivu.

Získané poznatky mohou být přímo použity v praxi pro návrh 3D tištěných struktur.

Doporučuji po úspěšné obhajobě disertační práce udělení titulu Ph.D. ano ne

Datum: 23.3.2020

Kofman R.

Podpis oponenta: