

**Předseda komise**

prof. Ing. František Pochylý, CSc.

Fakulta strojního inženýrství

Vysoké učení technické v Brně

Technická 2896/2, Brno 616 69

datum: 1.7.2022

Vyřizuje: Jana Jirušková

**Posudek disertační práce Volodymyra Symonova M.Sc. s názvem**

***VÍCECÍLOVÁ OPTIMALIZACE SLOŽITÝCH KOMPOZITNÍCH KONSTRUKCÍ S VARIABILNÍ TUHOSTÍ***

Autor posudku: prof. Ing. Radim HALAMA, Ph.D.

**Aktuálnost tématu**

Předložená disertační práce představuje ucelenou metodiku pro více-cílovou optimalizaci složitých kompozitních konstrukcí s variabilní tuhostí. Ačkoliv je metodika prezentována na optimalizační úloze reprezentující konstrukci typově podobné křídlu letadla, je použitelná také na jiné kompozitní struktury specifického charakteru. Uplatnění tedy není úzce zaměřeno na aeronautiku, ale lze jej očekávat také v automobilovém či železničním průmyslu. V konečném důsledku může vést aplikace metodiky k důležitému pokroku v oblasti navrhování toho typu konstrukcí (snížení hmotnosti konstrukcí, inteligentnímu využití materiálu atd). Téma disertační práce je tedy nade vše pochybnost vysoce aktuální pro technickou praxi.

**Úroveň rozboru současného stavu řešené problematiky a cíle disertační práce**

V kapitole jedna, věnované rešerši stávajícího stavu řešené problematiky, je proveden ucelený popis dosud aplikovaných přístupů. Jsou citovány relevantní zdroje k uvedenému tématu a nejdůležitější práce jsou podrobně popsány. Na str. 20 jsou poté, na základě studia dostupných pramenů, formulovány základní požadavky na metodologii. Je kladen důraz na její univerzálnost a využití metody konečných prvků (MKP). Cíle disertační práce jsou formulovány výstižně na str. 23. Stručně by mohly být shrnuty do dvou bodů. Nejprve vyvinout dostatečně univerzální optimalizační metodiku pro tenkostěnné kompozitní struktury. Následně ji aplikovat alespoň na jeden případ kompozitní konstrukce, na kterém by bylo možné ukázat efektivnost a robustnost navrženého přístupu. Lze konstatovat, že všechny podrobně definované cíle disertační práce byly postupně splněny.

### Postup řešení a výsledky disertační práce

Navržená optimalizační metodika je popsána v kapitole 4. Více-úrovňový hybridní optimalizační algoritmus je založen na hybridní optimalizační metodě s využitím interpolační plochy odezvy, genetického algoritmu a jednoparametrické optimalizace. Strukturální analýzy jsou realizovány MKP v software MSC Nastran. Integrace MKP software a vyvinutých optimalizačních algoritmů napsaných v jazyce Python je provedena pomocí komerčního optimalizačního SW Noesis Optimus.

### Přínosy pro vědní obor a význam pro praxi

Hlavní výsledky výzkumu provedeného v rámci řešení disertační práce byly průběžně prezentovány na odborných konferencích s následnou publikací v recenzovaném sborníku konference a také publikovány v impaktovaném časopise *Mechanics of Composite Materials*, čímž je mimo jiné potvrzena novost a prokázáno akceptování autorovy práce vědeckou komunitou.

Největší přínosy disertační práce pro vědní obor lze spatřovat:

- ve vyvinutí metodiky, která splňuje základní požadavky na univerzálnost a robustnost, přičemž v konkrétním provedení algoritmu bylo dosaženo vyšší efektivity než u přístupů převzatých z odborné literatury,
- v modifikaci a implementaci genetického algoritmu pro dosažení účinné optimalizace většího počtu parametrů
- a také v navržení a ověření jednoparametrického optimalizačního algoritmu na bázi metody Zlatého řezu.

Výsledky disertační práce jsou významné taktéž pro technickou praxi. Z hlediska možného následného uplatnění v praxi lze na navržené metodice ocenit zejména flexibilitu (MKP není nutnou podmínkou), jednoduchost použití při její aplikaci (vhodné uživatelské rozhraní) a zkrácení výpočetního času díky využití paralelizace při analýzách modelů.

### Formální úroveň práce

Práce byla vypracována pečlivě po grafické, jazykové i stylistické stránce (je psána anglicky). Z formálního hlediska lze však upozornit na drobné překlepy, které nikterak nesnižují význam předložené disertační práce:

- Str. 27 - deiscussed, solusions
- Str. 47 - diviyded
- Str. 43, 44 – coeffitients
- Str. 47, Fig. 5.8 – Analsis
- Str. 50, Fig. 5.10 – Algriyhm
- Str. 53 – leyers
- Str. 56, Fig. 5.1 – coordinatiqin
- Str. 58 – muximum, solusions
- Str. 59 – desing
- Str. 60 – mimization of maximjum deflection, mlti-objective

Uvedené překlepy jsou součástí posudku spíše proto, aby je případně mohl doktorand vyhledat a opravit také v tezích disertační práce, které mají být vytištěny v edici PhD Thesis. Zkrácená verze disertační práce (teze) obsahuje dle názoru oponenta vše podstatné, kromě uvedení námětů pro budoucí výzkum v řešené problematice.

#### **Dotazy na autora práce**

1. Odkud se vzaly rovnice (4.16)?
2. Byla metodika již aplikována také na další úlohy?
3. V dnešní době dochází k významnému rozvoji 3D tisku kompozitů s možností tisku výztuže například dlouhými karbonovými/skelnými/kevlarovými vlákny (např. tiskárny Markforged). Výztuž lze vytvořit ve vybraných vrstvách a tím ovlivnit tuhost celé vytištěné struktury. Prozatím výrobci odkazují spíše na intuici a zkušenosti inženýrů a aplikace více-cílové optimalizace by mohla být velmi užitečná. Jak vidí disertant možnost uplatnění vyvinuté metodiky v této oblasti?
4. Prosím také o nastínění námětů pro další výzkum v řešené problematice během obhajoby disertační práce.

#### **Prokázání odpovídajících znalostí v oboru**

Doktorand prokázal potřebné znalosti a dovednosti v oboru. Publikoval deset příspěvků ve sbornících vědeckých konferencí a je spoluautorem sedmi časopiseckých článků. Jeho publikační činnost tedy lze hodnotit jako nadprůměrnou.

Předložená disertační práce má dle mého názoru potřebnou odbornou úroveň, přináší nové poznatky pro obor, které mohou být úspěšně uplatněny v technické praxi. Stanovené cíle disertační práce byly splněny v celém rozsahu.

#### **Závěrečné vyjádření oponenta**

Vzhledem ke všem výše uvedeným skutečnostem práci doporučuji k obhajobě a po úspěšné prezentaci Volodymyra Symonova M.Sc. před komisí také udělení titulu Ph.D.

V Ostravě dne 1.7.2022.

S pozdravem



**prof. Ing. Radim Halama, Ph.D.**

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra aplikované mechaniky 330