

Oponentní posudek diplomové práce paní Bc. Anny Malé s názvem: *Výpočtové metody pro analýzu tenkostěnných i silnostěnných kompozitních nosníků*

Vypracoval: Robin Poul

Předložená diplomová práce se zabývá posouzením jednotlivých analytických metod a MKP postupů z hlediska vhodnosti a přesnosti pro výpočet tenko- a tlustostěnného nosníku vyrobeného z vláknového kompozitního materiálu.

Práce je rozčleněna do sedmi kapitol. V první kapitole autorka stručně prezentuje potřebnost posouzení jednotlivých analytických metod a přístupů modelování pomocí metody konečných prvků (MKP). Pojem nosník zužuje pro účely této práce na nosník mezikruhového průřezu a jako typické příklady uvádí hnací hřídel automobilu a hřídel vřetene obráběcího stroje. Jako materiál modelovaných hřídelí je uvažován dlouhovláknový vrstvený kompozit.

Druhá kapitola je rešeršní a shrnuje přehled uvažovaných analytických postupů (výpočet pomocí matic ABD, Timošenkovou metodou, minima doplňkové energie a minima deformační energie). Pro všechny tyto metody uvádí základní vztahy a jejich vysvětlení. Pro MKP výpočty je zvolen software Ansys z jehož knihoven jsou vybrány elementy vhodné pro jednotlivé způsoby modelování: skořepina, objemová skořepina a objemový model včetně modelování sublaminátu.

V kapitole tři jsou vymezeny cíle práce a upřesněny některé informace se kterými se již v předchozích kapitolách operuje (např. typy elementů programu Ansys), Proto by z důvodu přehlednosti práce měla být tato kapitola umístěna za úvod. Hlavními vytýčenými cíli jsou: použití analytických a MKP metod a jejich srovnání s experimentem, tvorba kódu v programu Matlab pro výpočet analytickými metodami, tvorba modelů v programu Ansys pro výpočty MKP, určení oblastí platnosti jednotlivých metod pro různé typy nosníků (dlouhý x krátký nosník, tlustostěnná x tenkostěnná trubka) a optimalizace skladby nosníku dle konkrétního zadání.

Kapitola čtyři představuje metodiku experimentu a výpočtu. Autorka nejdříve popisuje podmínky experimentu (3-bodový ohyb při dvou různých roztečích podpor) a jeho výsledky stanovuje jako referenční. Experimentální část považuji za slabší místo metodiky, neboť výsledky jsou zatíženy nejistotou vlastností vzorků (obrobený povrch) a není zřejmé, kolik vzorků stejného typu bylo zkoušeno. Dále je zde popsáno, jak konkrétně byly aplikovány analytické metody a jakým způsobem byly tvořeny modely pro MKP. V závěru této kapitoly jsou posouzeny shody experimentu s jednotlivými metodami.

V páté kapitole autorka aplikuje výše uvedené postupy na vzorové nosníky různých skladeb a rozměrů. V přehledné tabelární formě jsou zde porovnány jak vlivy jednotlivých metod pro různé skladby nosníků, tak i např. vliv polohy střední plochy u skořepinového MKP modelu.

V šesté kapitole je provedena optimalizace konkrétních nosníků s využitím MKP modelu tvořeného objemovými skořepinami. Pro optimalizaci byl použit genetický algoritmus, který je součástí programu Ansys. Požadavkem byla maximalizace tuhosti a minimalizace teplotní délkové roztažnosti v osovém směru hřídele.

V závěrečné kapitole autorka shrnuje získané poznatky a zdůrazňuje významný vliv smykové tuhosti, která je pro mnoho skladeb velmi nízká a při výpočtech zvyšuje celkovou deformaci nosníku. Zároveň je vyhodnocení vlivu smykové deformace jednou ze slabín analytických modelů v této práci prezentovaných.

Kromě výše zmíněného nedostatku je práce logicky uspořádána a přehledně popisuje a zhodnocuje použité metody. Diplomantka splnila zadání práce a prokázala, že je schopna teoretické poznatky vhodně uplatnit na řešení konkrétních praktických úloh.

Práci paní Bc. Anny Malé doporučuji k obhajobě a hodnotím **klasifikačním stupněm B**.

Ing. Robin Poul, Ph.D.

25.8.2017

Dotazy oponenta:

- 1) Jaký počet vzorků pro jednotlivé typy nosníků byl zkoušen?
- 2) Byla při vyhodnocení experimentu uvažována lokální deformace v místech podpor a zatěžující síly?