

Posudek disertační práce

Číslo práce:	FCH-DIZ0076/2012
Autor:	Ing. Zbyněk Šedivý
Název:	Advanced Layered composites for dental applications Pokročilé vrstevnaté kompozity
Typ:	dizertační práce
Vedoucí práce:	prof. RNDr. Josef Jančář, CSc.
Zadání práce:	Zjistit vliv vybraných parametrů na mechanickou odezvu vrstevnatých kompozitů s různým složením na základě modelu staticky zatíženého dvouvrstvého nosníku ve tříbodovém ohybu. Kompozity obsahují vrstvy plněného materiálu částicemi a vrstvy vyztužené vlákny, které jsou používány jako dentální.

Předložená práce je rozdělena do sedmi samostatných kapitol. Je postavena jednak na rozsáhlém úvodu, který vymezuje použití dentálních náhrad a vhodných typů materiálů a dále shrnuje teoretické poznatky v zadaném oboru. Dále je práce postavena na hodnocení dvanácti vybraných materiálů pomocí dvou metod za jednoduchých experimentálních podmínek.

Obecně lze konstatovat, že úvod práce je zpracován ve velmi širokém záběru, čemuž odpovídá jeho styl, který spíše pojmenovává koncepty a nástroje a nezachází do konkrétních řešení. V oblasti mechaniky se velmi obecně a spíše v heslech dotýká porušování kompozitů, dále zavádí obecný, velmi sofistikovaný tenzorový popis napětí, deformací a elastických konstitučních veličin, který je zakončen stručným přehledem zásad specifických teorií používaných k řešení úloh vrstevnatých kompozitů. V této části bych očekával rozbor aparátu, který bude používán v experimentální části práce na hodnocení chování kompozitních materiálů, a to jak z hlediska hodnocení elastické, tak pevnostní odezvy.

Další obecnou poznámkou je, že práce je zpracována s dobrou grafickou úpravou a je psána srozumitelnou angličtinou. V některých případech by však bylo dobré do textu vložit schémata modelových situací s popisem pojmů, aby se čtenář v tak široké oblasti záběru lépe orientoval. Obecně však má autor problémy se zaokrouhlováním veličin (počtem platných cifer) a popisem os v grafech.

Ke kapitole 4, která se týká experimentů, lze uvést, že výběr experimentálních materiálů byl proveden dobře s tím, že není jasné, proč nebyly pro vrstvy S připraveny vzorky ekvivalentní materiálům s vrstvami P. Pro pochopení další části práce výrazně chybí schéma materiálů s více vrstvami kompozitů vyztužených vlákny. Čtenář se pak může jen domnívat, jak byly vrstvy kladeny, což pro vlastní hodnocení představuje podstatný problém. Dále jsou pravděpodobně systematicky chybně uváděny rozměry vzorků (str. 54, 57, 58). U podmínek statické ohybové zkoušky je poněkud neobvyklá vysoká rychlost zatěžování, která následně vnáší potíže do hodnocení elasticity vzorků. Zřejmě je nevhodně upravena rovnice (49).

Kapitola 5, která se týká dosažených výsledků, je rozdělena do odstavců dle použitých technik hodnocení.

Strukturní analýza se omezila na standardní posouzení obsahu plniva (TGA) a jednoduchého posouzení odezvy vzorku na další síťování při ozáření. Mikroskopická hodnocení vzorů P a S (vlákný vyztužené materiály) postrádají popis přípravy preparátů (rozsah deformace, místo odběru, směr pozorování atd.). Výsledky tak pozbývají svoji vypovídací schopnost. Podobně je možné hodnotit výsledky napěťové analýzy vzorků metodou konečných prvků (Obr. 30 a dále 36), kde uvedené výsledky postrádají svoji váhu, neboť nejsou uvedena kritéria, podle nichž se posuzují kritické stavy v materiálu a jeho odezva po jejich překročení. Využití rychlostní kamery lze hodnotit jako využití moderní techniky, postrádám ale srovnání limitních stavů jednotlivých materiálů s analýzou kritického stavu porušení.

V odstavci mechanické analýzy je nastíněno vyžití DMTA. Vzhledem k principu této metody, kterým je analýza komplexní odezvy na změnu teploty, je zarážející, že nejsou analyzovány celé teplotní závislosti komplexních modulů pružnosti. Jako zcela nejasné jsou hodnoty v Tab. 9, kde jde evidentně o průměry nějakých hodnot, ale není řečeno jakých (průměr pro nějakou teplotu?, průměr přes celý teplotní interval?, ...). Proč není uveden průměr E_{DMTA} a následně vypočtena chyba poměru modulů? Analýza výsledků tak vlastně není provedena.

U ohybových zkoušek je problematizováno stanovení modulu pružnosti, přičemž je používán vztah (51) pro standardní měření (efektivního modulu pružnosti). Dále je nastíněn popis vyhlazení počátečního úseku zatěžovací křivky, nejsou však udány okrajové podmínky použití této výpočetní techniky, ani způsob korekce měřeného průhybu v dalším hodnocení. Jako zcela nekonzistentní je vztah (52) s grafy Load/Deflection a Relative Stiffness a zcela chybí definice E_{Dmax} . Na základě těchto výsledků si dovoluji se domnívat, že autor neanalyzoval počáteční stavy průhybu správně a nezhodnotil i důsledky volených experimentálních podmínek včetně záznamu signálu zkušebního stroje.

V závěrečném paragrafu 5.2.5 je posouzena vhodnost jednoduchého směšovacího pravidla na naměřené hodnoty modulů pružnosti a v grafu na Obr. 42 se objevuje srovnání s hodnotami DMTA. Toto porovnání není nijak komentováno, i když jsou pozorovatelné významné vzájemné rozdíly. Domnívám se, že i pro moduly pružnosti měly být použity známé vztahy pro vrstevnaté nosníky a diskutována platnost jednoduchého směšovacího pravidla.

V teoreticky nejnáročnějším paragrafu 5.2.6 jsou uvedeny vztahy teorie vrstvených nosníků. Jako významný nedostatek postrádám definici polohy neutrální osy (roviny), o níž se pak odvíjejí všechny výpočty. Autor se zaměřil na jednoduché výpočty pro limitní stavy, aniž se zabývá diskusí veličiny „n“ – transformačního faktoru v celém rozsahu deformací. Vzhledem k tomu, že se jedná o práci disertační, postrádám i analýzu deformací vrstev a analýzu kritérií porušení už i proto, že v předchozím byly uvedeny některé výsledky analýzy konečnými prvky a objevily se fenomény jako delaminace.

Celkové hodnocení práce:

Práce splňuje zadání s výhradami. Diskutabilní je zpracování dat DMTA, analýza počátků ohybových křivek a chybí celková analýza deformací a kritérií porušení vrstvených nosníků. Práci doporučuji převzít jako disertační po obhajobě prezentovaných postupů a výsledků.

Vyjádření k předloženým tezím:

Teze splňují požadavky stanovené směrnicí rektora.

Náměty pro diskusi

- Diskutovat výsledky DMTA.
- Provést analýzu počáteční části zatěžovací ohybové křivky, definovat modul pružnosti a relativní tuhost.
- U napěťové analýzy vrstveného nosníku odvodit efektivní modul pružnosti, porovnat jej s hodnotami směšovacího pravidla, a pojednat o kritériích porušení.