

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Vliv orientace výtzuže na porušování vláknových kompozitů
Jméno autora:	Samuel Ondruška
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	12132: Ústav materiálového inženýrství
Oponent práce:	Ing. Martin Kadlec, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Výzkumný a zkušební letecký ústav, a.s.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadáním byla řešena o studovaném materiálu z doporučených knih a článků, metody zkoušky byly normované, nebylo požadované použití nestandardních nástrojů pro analýzy výsledků.	

Splnění zadání	splněno s menšími výhradami
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Cíl 1 je splněn v kapitole 1, 2, 3 a 4. Autor přehledně popisuje vlastnosti kompozitu i jeho složek a zaměřuje se nejen na klasické ale i moderní termoplastické pojivové systémy. Autor zde popisuje také specifické výrobní technologie a nakonec se v malé míře zabývá způsoby porušování. Způsoby porušování by bylo vhodnější zpracovat ve větším rozsahu než 2 strany, neboť název práce naznačuje, že to je stěžejní část. Cíl 2 je splněn v kapitole 5, která popisuje experimentální materiál a vzorky, na metody měření se odkazuje normou ASTM, měření modulu pružnosti v tahu proběhlo jinou metodou. Cíl 3 je splněn provedením tahové a ohybové zkoušky na 4 sadách těles. Cíl 4 – vyhodnocení - byl splněn s výhradami, hodnoty pevností v ohybu autor vyhodnotil nesprávně přesto, že vzorce uvádí správně. Pro analýzy lomu nebylo použito zcela správné názvosloví. Na celkový cíl práce tyto chyby vliv neměly. Cíl 5 – diskuse shrnovala výsledky analýzy pevnosti a typu porušení, závěry o vlivu skladby s převahou směru 0 a směru 45 jsou správné.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Autor deklaruje použití metod zkoušení v tahu a ohybu podle standardní norem ASTM používaných pro polymerní kompozity, které jsou vhodné pro analýzu způsobu porušení. Moduly pružnosti v tahu však vyhodnotil bez průtahoměru a přímo na to v práci neupozornil, samotné hodnoty modulu jsou tak významně podhodnoceny. Při samotné analýze lomů postupoval autor až na vybrané použité názvosloví správně. U analýzy lomu by bylo vhodnější se zaměřit na porušování v blízkosti samotného lomu a popsat také způsoby porušení přímo na makrofotografii lomu (obrázky Xb).	

Odborná úroveň	D - uspokojivě
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Rešeršní část obsahuje všechny základní informace nutné pro všeobecné pochopení problematiky polymerních kompozitů, jejich zkoušení a porušování. Použitá literatura obsahuje dostatek zdrojů z české i mezinárodní oblasti. Názvosloví je však v popisování použito chybně: translaminárním porušením, což je lom vláken, označuje autor intralaminární oddělování vláken (splitting) a slovem delaminace nazývá i jiné než interlaminární porušení. Důvodem je, že autor čerpal pouze z citovaného článku [19], který nebyl zaměřen přímo na typy porušení a převzatý obrázek z článku je navíc částečně chybný. Autorovi doporučuji nastudovat názvosloví pro základní typy porušení např. v knize [3] doporučené v zadání nebo knize od E. Greenhalgha, Failure analysis and fractography of polymer composites. Určení modulu pružnosti v tahu bylo provedeno bez průtahoměru, vypočtené hodnoty byly mnohem menší, než se pro tento laminát očekává, pro porovnání tuhosti mezi	

skladbami nicméně hodnoty dostačovaly. U vyhodnocení zkoušky v ohybu byly chybně vypočteny pevnosti, pro skelnou výztuž autor použil vzorec pro 4bodový ohyb a obdržel tak poloviční hodnoty, které jsou zmíněny i v závěru. Pro uhlík vychází hodnoty naopak příliš vysoké, až na hranici 4 GPa, což není prakticky pro laminát možné. V přehledu a závěru je průměrná hodnota již jiná, pravděpodobně správná.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

B - velmi dobře

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Z hlediska stylistiky je práce v pořádku, odstavce jsou přehledně zpracovány, členění práce je srozumitelné. Popisky obrázků jsou srozumitelné, a pokud jsou převzaté, obsahují citaci. Pro všechny obrázky je v textu správně přítomen odkaz. Obrázky správně obsahují měřítko. Veličiny jsou také obsaženy v přehledném seznamu. Typografická chyba je v tab. 10 s výsledky pevností, kde je použita jednotka kN namísto N. Ve sloupcových grafech by měly být zobrazeny chybovými čarami odchylky od průměru, jinak nelze určit, jestli byl rozdíl mezi skladbami vůbec významný. Pro lepší dojem doporučuji anglické výrazy v obrázcích přeložit do jazyka práce. Rozsah práce je pro bakalářskou práci zcela odpovídající.

Výběr zdrojů, korektnost citací

C - dobře

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Převzaté prvky jsou řádně odlišeny formou odkazu na konci odstavců. Autor využíval kromě obecných publikací i novější články z impaktovaných časopisů. Autor bohužel využil jen jednu doporučenou publikaci ze zadání práce a tak došlo ke zmíněným problémům s názvoslovím pro typy porušení, které bylo obsaženo právě ve dvou necitovaných doporučených publikacích. Bibliografické údaje jsou v souladu se zvyklostmi.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Řešení bylo navrženo správně, byly vybrány typické materiály a zkušební metody. I přes chyby ve zpracování dat a popisu porušení je závěr práce správný.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Práce byla dobře čitelná a přehledně koncipovaná. Autor provedl poměrně podrobnou rešerši vlastností a výroby materiálu, nicméně pro stěžejní část práce o mechanismech porušování nebyla rešerše dostačující a to se projevilo také na analýze výsledků při popisování způsobu porušení. Při zpracování dat byly špatně použity uvedené vzorce a nebyla použita standardizovaná metoda pro určení modulu pružnosti. Některé hodnoty pevností a modulů tak neodpovídají fyzikální realitě. Závěry o vlivu skladby byly přesto správné. Přínosnost práce vidím v tom, že se student zorientoval ve vlastnostech polymerních kompozitů a vyzkoušel si experimentální analýzu porušování vzorků s velmi komplexním lomem příznačným pro vláknové kompozity.

Otázka č. 1:

V jakém pořadí mohou nastat tři základní mechanizmy porušování pro polymerní kompozit s epoxidovou maticí vyztužený jednosměrnými vrstvami uhlíkových vláken ve skladbě $[0/90]_n$ při zatěžování v tahu?

Otázka č. 2:

Jaký byste očekával vztah mezi moduly pružnosti v tahu a ohybu a jaký mezi pevnostmi v tahu a ohybu?

Otázka č. 3:

V závěru je tvrzení, že porušení bylo způsobené tlakovou složkou namáhání. Proč to tak bylo?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 22.1.2018

Podpis: