

## Oponentní posudek disertační práce

# "Degradční chování vybraných plastů kompozitů z hlediska lomové mechaniky"

**Autor: Ing. Vladimír Mára**

### 1. Dosažení v disertaci stanovených cílů

Cíle disertační práce byly shrnuty do tří základních bodů: Prostudovat vliv mechanického namáhání uhlíkových kompozitů s absorbovanou vlhkostí a popsat degradaci jejich vlastností za teplot pod bodem mrazu, stanovit vliv vlhkosti a teploty pod bodem mrazu na potenciální změny v procesech porušování a lomovém chování kompozitů a vyhodnotit možnost využití akustické emise pro monitorování průběhu zatěžování kompozitů vystavených účinku hydrotermální expozice. Většina výše zmíněné problematiky nebyla v literatuře zcela popsána a lze tedy říci, že výběr cílů odpovídá smyslu disertačních prací, tedy snaze posunout současný stav poznání v oboru. Není pochyb o tom, že cíle byly naplněny a práce je cenným příspěvkem nejen pro badatelskou obec, ale některé poznatky mohou najít své využití v praxi, což je nepochybně pro absolventa technického oboru také jedním z cílů práce.

### 2. Úroveň rozboru současného stavu v disertaci řešené problematiky

Současný stav poznání řešené problematiky je v disertační práci sepsán přehledně a v logicky navazujících kapitolách. Doktorand cituje poměrně rozsáhlý soubor publikací, z jehož shrnutí vyplývá, že největší vliv na celkovou životnost kompozitních materiálů pro letecký průmysl má kombinace dvou faktorů, vlhkosti a teploty nad 70°C. Tento takzvaný hydrotermální účinek však podle literatury bývá méně studován z pohledu nízkých teplot. Je to sice trochu podivné v souvislosti s využitím kompozitních materiálů v letectví, kde jsou nízké teploty běžné, ale o to více může disertace přispět k současnému stavu poznání.

### 3. Teoretický a praktický přínos disertační práce

Přínos disertační práce je nezpochybnitelný. Jako modelový materiálový systém byl zvolen uhlíkovými vlákny vyztužený laminát s epoxidovou matricí. Hydrotermální účinek byl posuzován na základě prostupu vlhkosti do materiálu a s tím souvisejících změn vlastností z pohledu pevnosti, tvrdosti, deformace, lomového chování, atd. Kompozitní vzorky byly vystaveny působení rel. vlhkosti 85% při teplotě 70°C po dobu 33 800 hodin a následně bylo hodnoceno lomové chování při kvazi-cyklickém namáhání za nízké teploty (-55°C). Disertační práce rozšiřuje znalosti degradačních procesů v materiálech pro letecký průmysl, tedy v extrémních podmínkách. Doktorand publikoval celkem tři impaktované práce.

### 4. Vhodnost použitých metod řešení a způsob jejich aplikace

Kromě klasických mechanických zkoušek, analýzy lomového chování, optické i elektronové mikroskopie, doktorand používal metodu akustické emise, která pro monitorování průběhu zatěžování

kompozitních skladeb vystavených účinkům hydrotermální expozice nebyla dosud použita. Z práce je zřejmé, že student analytické metody velmi dobře zná, umí je aplikovat, vyhodnotit a poskytnout čtenáři závěry, které potvrzují stanovené hypotézy.

#### 5. Formální úroveň práce

Po formální úrovni je práce velmi precizně sepsána. Vše je přehledné, kapitoly na sebe logicky navazují a čtenář se může v textu snadno orientovat.

#### 6. Otázky

1) V práci byly vzorky vystaveny hydrotermálním účinkům po dobu téměř 4 let. Pro působení „extrémních“ vlivů na kompozitní materiály byl použit přístroj pro simulaci těchto podmínek. Jaký to byl přístroj a nakolik simulace odpovídá reálným podmínkám?

2) Absorpci vody lze popsat Fickovými zákony. V práci píšete, že po dobu simulovaných podmínek nedošlo k jejich saturaci. Jak je to myšleno? Máte na mysli, že nedošlo k saturaci množství vody v materiálu? Bylo by možné z Vašich měření aproximovat obsah vlhkosti v průběhu simulovaného procesu a extrapolací zjistit, kdy by k saturaci došlo?

3) Jedním z dalších výsledků je fakt, že docházelo k degradaci mezifázového rozhraní mezi vlákny a matricí, což ovlivňuje mechanické chování kompozitu jako celku. Existují nějaké konkrétní povrchové úpravy uhlíkových vláken, díky kterým by pak nedocházelo k narušení fázového rozhraní vlivem hydrotermálních účinků?

#### 7. Závěr

*Disertační práce Ing. Vladimíra Máry zcela splňuje požadavky kladené na tento typ práce ve smyslu zákona č. 137/2016 Sb. o VŠ. Student jednoznačně prokázal schopnost tvůrčí práce a samostatné vědecké činnosti. Doporučuji tedy přijmout tuto práci k dalšímu řízení a po úspěšné obhajobě udělení doktorského titulu Ph.D. (philosophiæ doctor).*

doc. Mgr. Aleš Mráček, Ph.D.,

Ústav fyziky a materiálového inženýrství

Fakulta technologická,

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně