

Prof. Ing. Ladislav Ševčík, CSc.  
Technická univerzita v Liberci  
Fakulta strojní  
Katedra částí a mechanismů strojů  
Studentská 2  
461 17 Liberec

## Oponentský posudek disertační práce

Ing. Martin Gorschenek

# „ Výzkum využití nekovových materiálů ve stavbě strojů a zařízení “

doktorský studijní program: P2301 Strojní inženýrství  
studijní obor: Stavba strojů a zařízení

Na základě žádosti číslo DFST/SO/26/K-19, předsedy oborové rady prof. Ing. Stanislava Hosnédla, CSc jsem vypracoval tento oponentský posudek na výše uvedenou disertační práci.

### a) Zhodnocení významu pro obor

Práce se zabývá navrhováním krytů strojů, výběrem vhodných materiálů na výrobu krytů. V rámci práce byly realizovány tahové zkoušky materiálů a zkoušky stárnutí a zkoušky odolnosti průrazem. Dále v rámci práce byly řešeny některé praktické úlohy a testovány navržené algoritmy pro konstruktéry, jako pomůcky při rozhodování. Vzhledem k šíři práce lze říci, že byla snaha o komplexní vytvoření návodu pro konstruktéra krytů strojů, která ale není obecně platná pro všechny aplikace.

### b) Vyjádření k postupu řešeného problému, k použitým metodám, splnění v disertaci stanoveného cíle

Cílem práce bylo:

- zpracování rešerše využití polymerních materiálů v oblasti výrobních strojů a zařízení,
- vytvoření uceleného přehledu a metodiky návrhu při výběru materiálu pro danou aplikaci,
- provedení experimentální tahové zkoušky u vybraných vzorků plastů,
- provedení umělého stárnutí stejných vzorků plastů a následné provedení experimentální tahové zkoušky. Výzkum vlivu stárnutí na mechanické vlastnosti,
- vyladění výpočtového matematického modelu v prostředí 3D softwaru tak, aby se přiblížilo reálnému mechanickému chování,
- stanovení oblastí uplatnění polymerních materiálů a jejich možná implementace v krytování jednoúčelových strojů a zařízení,
- zohlednění možnosti recyklace plastových částí stroje a dopad na životní prostředí.

Závěrečným cílem práce bylo prováděný výzkum celkově zhodnotit a popsat jeho přínos pro konstruktéry jednoúčelových strojů a zařízení.

Lze říci, že v průběhu práce byly všechny cíle postupně splněny a náležitě okomentovány.

Metodika volby vhodných typů krytů a jejich materiálů byla aplikována na reálných příkladech z konstrukční praxe. Pomocí metodiky se u většiny případů podařilo dojít k vytipování vhodného krytu a jeho materiálu. Na základě aplikace uvedené metodiky se potvrdilo, že neexistuje univerzální postup nebo tabulka, která by dala konstruktérovi přesný návod, jak danou problematiku krytování vyřešit.

**c) Stanovisko k výsledkům disertační práce a původního konkrétního přínosu**

Výsledky disertační práce mohou pomoci konstruktérům při rozhodování o konstrukci a materiálu krytu. Jsou zde však některé nepřesnosti, které snižují kvalitu práce, jako např. na obr. 20 je extenzometr, a na obrázku 32 chybí. Dále například proč se tahová zkouška výpočtem pomocí MKP zobrazuje napětím ekvivalentním? Je uchycení vzorku na obr. 23 srovnatelné s měřením? Tyto pochybnosti snižují celkovou vědeckou úroveň práce a její přínos vědě.

**d) Vyjádření k systematickosti, přehlednosti formální úpravě a jazykové úrovni disertační práce.**

Je zde provedena snaha o systematický přístup. Chybí mě zde zdůraznění rozhodování o konstrukci a použití materiálů s ohledem na sériovost výroby, tvarovou stálost a možnosti dalších úprav, nástřiků atd. Práce je velmi rozsáhlá, zasahující do mnoha oblastí, čímž se snižuje přehlednost. V práci se často vyskytují některé formální nedostatky a překlepy, které nemají vliv na odbornost práce, namátkou např.:

1. Na konci odrážek by měly být čárky, nebo tečky.
2. Str. 76 „nástroje poháněné rovnicí“
3. Kvalita zobrazení rovnic...

**e) Hodnocení publikací disertanta**

Z databáze RIV jsem získal 3 výsledky. Jednu publikaci a dva užité vzory. V autoreferátu je uvedeno 5 publikací a to zejména na konferencích ICMD a ERIN. Většina publikací se týká zejména elektricky poháněného jízdního kola a v posledních dvou letech disertační práce. Věřím, že ještě přibudou v tomto roce publikace s IF a patenty.

**Otázky k obhajobě:**

1. Jaké okrajové podmínky a materiálové hodnoty byly použity pro výpočet na str. 31?
2. Jaké chyby měření a výpočtu tahové zkoušky plastů byly zanedbány?
3. Jakou roli při rozhodování o výběru materiálů krytů ovlivňuje sériovost výroby?
4. Jaké materiály a technologie se používají na výrobu krytů nákladních automobilů a autobusů?

### **Závěrečné vyjádření**

I přes některé výše uvedené nedostatky lze konstatovat, že všechny cíle práce byly splněny. Na základě výše uvedeného doporučuji dle zákona č. 111/1998 Sb. §47 disertační práci **Ing. Martina Gorschenek** k obhajobě a po úspěšné obhajobě doporučuji udělit disertantovi akademický titul

**„doktor“.**

V Liberci dne 20.5. 2019



Prof. Ing. Ladislav Ševčík, CSc.

## Oponentský posudek disertační práce

Název práce: Výzkum využití nekovových materiálů ve stavbě strojů a zařízení

Autor práce: Ing. Martin Gorschenek

Školitel: doc. Ing. Václav Vaněk, PhD.

Vlastní disertační práce má bez příloh 122 stran textu, přičemž podíl teoretických a popisných částí ku vlastním výsledkům tvůrčí odborné činnosti a diskusi je zhruba ekvivalentní. Práce je hezky strukturována, separátně jsou uvedeny i seznamy obrázků, tabulek a grafů a příloh. Je také přiložen seznam zkratk a symbolů (mohl být ale uspořádán abecedně pro snazší vyhledávání). Autor odkazuje celkem na 71 citací různých literárních zdrojů, z nichž většinu tvoří internetové citace. Ačkoliv je uvedena časová stopa poslední revize, ta je často velmi stará (např. rok 2012 u odkazu 31??). Důsledná aktuálnost citace je nezbytná; jinak by se nemohlo stát, že citace 64 již neplatí.

### **Zhodnocení významu pro obor a aktuálnost práce**

Aplikace nekovových materiálů (zejména pak plastů a kompozitních materiálů) při konstrukci strojů a zařízení je významným inovačním prvkem umožňujícím překonávat některé hranice vymezené klasickými kovovými materiály. V tomto smyslu je disertační práce aktuální a dobře využitelná v učebních plánech katedry.

### **Postup řešení problému, použité metody a splnění stanoveného cíle práce**

V samotném úvodu jsou upřesněna témata a cíle velmi obecně nazvané disertační práce. Ta se týká a) tahových zkoušek u zvolených plastů a kompozitů, a to po umělém vystárnutí event. bez něj, aplikace výpočtového modelu a jeho odladění v prostředí 3D softwaru s cílem věrné simulace zkoušky; b) oblasti uplatnění polymerních materiálů při krytování jednoúčelových strojů a zařízení a c) možnosti recyklace plast. částí stroje a dopad na životní prostředí. Disertant pro splnění prvního úkolu stanovil tahové pevnosti a získané hodnoty porovnal jak s tabelovanými daty, tak i simulací za pomoci 3D softwaru. Pro naplnění druhého úkolu využil dvou materiálových databází nabízejících multikriteriální výběr vhodného materiálu. Zde byly aplikovány přiměřené a vhodné metody řešení. Poslední cíl – environmentální problematika plastů, možnosti recyklace – mohly být dle mého názoru řešeny za pomoci balíku CES Edupack Granta (funkce ekoaudit) mnohem detailněji a zodpovědněji. Tomuto cíli se věnovat na pouhých dvou stranách disertace, a to formou obecné diskuse se známými poznatky je nevýznamné. Zde zůstal disertant kvalitnímu splnění tohoto úkolu hodně dlužen.

Celkově lze však cíle této disertační práce hodnotit jako splněné, ačkoliv s kolísavou kvalitou jednotlivých dílčích částí.

### **Stanovisko k výsledkům disertační práce a konkrétního původního přínosu disertanta**

Rešeršní část disertace je velmi překvapivě uvedena rovnou kompozitními materiály a až druhotně jsou představeny keramické a polymerní materiály, přičemž kovy zde nejsou prezentovány vůbec. Dost dobře nerozumím tomu, proč nebylo v názvu disertace použito přímo termínů polymer a kompozitní materiál, když se práce kovy a keramickými strukturami vůbec nezabývá. V práci disertant několikrát zaměňuje termín kompozit za polymer (např. kap. 1.3 – 3. odstavec shora : materiál PEEK40GF není plast (polyetheretherketon) nýbrž vláknový kompozit se skleněnými vlákny. Samotný PEEK má Youngův modul kolem 4 GPa. Zajímavé výsledky poskytla tahová zkouška vzorků PA630GF při silové expozici po směru uložení vláken resp. kolmo na uložení. Výsledky jsou však minimálně diskutovány ( kap. 4.3.3. str. 54), přičemž u měření vzorků A1-A4 se objevila jedna odchylka a zpracována byla pouze 3 měření. Ta ukázala, že mez pevnosti je v tomto případě nižší než při silové expozici

kolmo na směr uložení vláken (vzorek B). Takovýto nestandardní výsledek by si normálně jistě zasloužil minimálně přeměření vzorků A na větším statistickém setu. Místo toho byl zdokumentováno pouze srovnání naměřených 3 hodnot s daty pro vzorky řady B bez sebemenšího vysvětlení tohoto anomálního chování. Žádám tedy doktoranda, aby detailní diskusi pevnostní charakteristiky materiálu PA56GF30 s ohledem na směr zatížení výztuže provedl ústně.

Tabulce 10 by pravděpodobně prospěla i legenda vysvětlující materiálovou podstatu některých značek materiálu (co to je – Panox, Silontex). V tab. 14 předpokládám, že st 12.03 se vztahuje k oceli; u polykarbonátu + není zřejmé, zdali zde nechybí text či se jedná o známku s označením +. V téže tabulce mi není jasný význam veličiny „Vydržená energie E“ a prosím o ústní vysvětlení během obhajoby.

Pokud jde o metodiku výběru vhodného materiálu při návrhu krytování (kap. 7), z výběru byly opět zcela vyloučeny minerální materiály typu skel, přičemž mohly být zajímavé min. z hlediska teplotní a chemické odolnosti a mechanických vlastností. Výběr materiálu využitelného při návrhu krytování víceúčelových strojů včetně environmentálního zhodnocení (tedy kap. 8 a 9) mohl být profesionálně proveden ze všech rozumných materiálů za využití ekoauditů vybraných materiálů s následnou diskusí priorit. To se bohužel nestalo.

#### **Vyjádření k závěrům práce a původního přínosu disertanta k dané problematice**

V rámci disertační práce bylo dosaženo řady cenných výsledků v oblasti odladění výpočtového matematického modelu v prostředí 3D softwaru pro některé typy polymerů. Zajímavé výsledky získal disertant i v oblasti degradace mechanických vlastností vybraných polymerů a jejich indukovaným stárnutím. Komplexní výběr vhodných materiálů za pomoci SW balíků při zahrnutí environmentální udržitelnosti však zůstal dost dlužen nabízeným možnostem. Přesto Mgr. Martin Gorschenek prokázal, že je schopen samostatně tvůrčí odborné práce, třídění, vyhodnocení a interpretace výsledků.

#### **Vyjádření k systematičnosti, přehlednosti, jazykové úrovni disertační práce**

Práce je až na výjimky vystavěna systematicky a je přehledná, obrázky jsou dobře čitelné. V textu jsem našel minimum překlepů a pravopisných chyb; rukopis tedy byl zpracován celkem pečlivě.

#### **Vyjádření k publikacím autora**

Oponent nemá v souvislosti s disertační prací seznam publikací disertanta, nemůže se k nim tedy vyjádřit.


#### **Vyjádření oponenta – závěrečná klausule**

S ohledem na výše uvedený posudek, a současně s přihlédnutím k závažnosti tématu a jeho významu konstatuji, že předložená disertační práce Mgr. Martina Gorschenka splňuje odborné a formální požadavky kladené na doktorské disertační práce dle § 47 zákona č. 111/1998 Sb.

a

**doporučuji ji k obhajobě.**

V Plzni dne 3. 6. 2019

  
Doc. Ing. Petr Duchek, CSc.  
ZČU v Plzni, Fakulta strojní  
Katedra materiálu