



## OPONENTNÍ POSUDEK DISERTAČNÍ PRÁCE

Název: Frézování kompozitních materiálů s termoplastickou maticí  
Autor: Ing. Petr Mašek

Oponent: doc. Ing. Miroslav Zetek, Ph.D.

---

### *Posouzení předkládané práce*

#### *Aktuálnost tématu*

Předkládaná disertační práce se zaměřuje na frézování dvou druhů kompozitních materiálů a s tím spojeného vývoje řezných nástrojů. Vzhledem k neustálému nárůstu výroby dílů z tohoto druhu materiálu v oblastech automobilového a leteckého průmyslu musejí výrobci řezných nástrojů rychle reagovat na poptávku trhu. Proto je důležité znát principy procesu obrábění, dopad změny jednotlivých parametrů geometrie řezného nástroje na kvalitu obrobenej plochy a celkovou produktivitu obrábění. Předkládaná práce a v ní řešená problematika velmi podrobně popisuje možný směr optimalizace při zajištění zmíněných kritérií, a proto dané téma považuji za velmi aktuální.

#### *Dosažení stanovených cílů*

Doktorand si ve své práci (Kap. 4, str. 63) stanovil jeden hlavní cíl: „Výzkum a definice nástroje pro dosažení optimální kvality povrchu při obrábění kompozitních materiálů s termoplastickou maticí“ a pět dílčích k tomu, aby stanoveného cíle dosáhl. Proto, aby získal vstupní data pro vlastní konstrukci řezných nástrojů, provedl experiment s komerčně nabízenými nástroji pro obrábění FRTC při konstantních řezných podmínkách. Hlavním kritériem experimentu zvolil drsnost obrobenej povrchu, delaminaci materiálu a řezné síly. Získané výsledky poukázaly na přednosti jednotlivých řešení, díky čemuž provedl selekci hlavních konstrukčních prvků nástroje pro vývoj první generace nástrojů. Zvolil dva řezné materiály PCD a SK s tenkou vrstvou. Pro PCD připravil dvě varianty geometrie a pro SK jednu, která byla konstrukčně podobná jedné variantě PCD, kdy SK dle jednoduchosti výroby byla z pohledu geometrie celkově více pozitivnější. Nástroje srovnal s jedním komerčním nástrojem. V případě hodnocení delaminace, zde přesně nerozumím rozhodnutí, proč oproti vstupním experimentům, došlo ke snížení řezné rychlosti a posuvu a následně při testu životnosti byl experiment proveden za původních řezných podmínek. Na základě získaných výsledků provedl ekonomickou bilanci a optimalizaci geometrie druhé generace fréz. Zde se soustředil na další možnosti geometrií u nástroje z SK, díky možnostem broušení a přípravy

~ 1/1 ~



pozitivních úhlů. S těmito nástroji dále převážně pracoval při tvorbě modelů jednotlivých dějů (řezné síly, teplo, delaminace). Všechny dílčí cíle byly splněny a to v odlišném rozsahu. Zde bych rád pochválil schopnost doktoranda komplexně řešit rozdílné úkoly v naprosto odlišných oblastech měření a hodnocení s aplikací rozdílných přístupů a metodik. Co však postrádám, je jednoznačné prokázání deklarovaných cílů formou sumarizujícího odstavce doplněného přehledným grafem. Čtenář si musí tyto data zpětně dohledat a dododvodit. V závěru práce autor uvádí (str. 145 – 6. řádek), že byla identifikována makro a mikrogeometrie nástroje. Makrogeometrie byla patrná z naměřených úhlů nástroje, ale o mikrogeometrii v práci nebylo nic zmíněno. Domnívám se, že právě mikrogeometrie nástroje bude mít významný vliv na tvorbu otřepů a samozřejmě velikost řezných sil a teplotního namáhání. Souhrnně lze konstatovat, že stanovené cíle byly naplněny v deklarovaném rozsahu.

### ***Rozbor současného stavu***

Provedená rešerše je poměrně rozsáhlá. Autor pracoval především se zahraničními zdroji odborných článků a knih. Pro svoji práci použil celkem 103 zdrojů, vč. vlastních publikací. Na základě některých zdrojů připravil své metodiky výpočtů a hodnocení a použité zdrojové rovnice upravil a zpřesnil dle vlastních výsledků. To považuji za přínos této práce. Vzhledem k tomu, že cíl DP byl vývoj řezného nástroje, postrádám v rešerši detailní rozbor řezných nástrojů a dopad konstrukčních prvků na řešené oblasti – řezné síly, teplo, otřep.

### ***Praktický a teoretický přínos práce***

Práce kombinuje teoretické poznatky získané studiem a vlastní rešerší s praktickým ověřením. Doktorand prokázal velmi dobrou teoretickou znalostí sledovaných procesů, dokázal tyto znalosti konfrontovat s širokou vědní společností a dokázal z různorodých teoretických studií vybrat podstatné závislosti, které navíc obohatil svým vlastním míněním. Díky tomu dokázal zpřesnit vlastní modely a získat věrohodné výsledky simulací, které současně prakticky ověřil a provedl případnou korekci. Díky tomu je možné při návrhu nových konstrukčních řešení dostat rychlý náhled na chování řezného nástroje a případně tak eliminovat nevhodné varianty. Pokud by bylo provedeno hlubší ověření (autor toto dává jako další doporučení na pokračování činnosti) za různých řezných a záběrových podmínek, vznikl by velmi zajímavý produkt s vysokým přínosem pro praxi.

Lze konstatovat, že tato práce má vysoký přínos jak pro praxi, tak i pro akademickou půdu.

### ***Vhodnost použitých metod řešení a jejich aplikace***

Autor předkládané práce prokázal schopnost kreativního přístupu při vlastní tvorbě a schopnosti aplikovat nové metody hodnocení otřepů s využitím potřebných SW pro analýzu a vlastní programování automatického hodnocení. Svoji metodu v průběhu řešení stále zdokonaloval. Vlastní návrh experimentů vycházel buď ze zkušeností, nebo ve většině případů využil pro dosažení dílčích cílů statistických metod za účelem eliminace vícefaktorových experimentů, což se mu podařilo.



Všechny použité přístupy byly velmi vhodně zvoleny a díky tomu má práce přidanou hodnotu a je prokazatelné hospodárné využití vynaložených prostředků pro tuto DP.

### **Formální úprava**

Disertační práce je logicky členěna do potřebného počtu kapitol a podkapitol. Texty jsou vhodně doplněny obrázky, grafy a výpočty. Rozsah práce je celkem 150 stran. Jako výtku autorovi, musím uvést to, že v klíčových kapitolách se odvolává na své vlastní publikace, ale výsledek nezopakuje v DP. Pokud tak učinil, bylo by vhodné tyto publikace přiložit jako přílohu DP, aby čtenář nemusel uvedené výsledky dohledávat jinde.

### **Závěr**

Doktorand předložil zpracovanou disertační práci v aktuální tematice. V daném oboru uplatnil své znalosti a schopnosti, prokázal schopnost interpretovat výsledky z rozdílných disciplín a z nich sumarizovat nejdůležitější závěry, které upravil a rozšířil o vlastní podněty a jsou přínosné jak pro praxi, tak i pro vědní obor. Získané výsledky vlastní práce publikoval v odborných příspěvcích (23 publikací vč. spoluautorství) uplatněných v časopisech.

### **Dotazy**

- 1) Uvedl jste, že cílem DP je vyvinout nástroj za účelem dosažení vysoké kvality obrobené plochy a vysoké produktivity. Jaký je rozdíl v drsnosti, tvorbě otřepů a v produktivitě při porovnání vašich finálních nástrojů s komerčně dodanými? Je srovnání provedeno za konstantních podmínek u všech nástrojů?
- 2) Při řešení používáte rozdílný počet zubů na nástrojích a konstantní posuv na zub. Může mít tento rozdíl vliv na výsledky a sledované parametry v DP?
- 3) Jaké typy mikrogeometrie bříty byly použity u jednotlivých variant nástrojů a jaká metoda měření byla použita?

Práce splňuje všechny povinné náležitosti, a proto ji **DOPORUČUJI** k obhajobě.

V Plzni dne 18.4.2019

.....  
*doc. Ing. Miroslav Zetek, Ph.D.*

~ 3/1 ~