

Oponentní posudek disertační práce


Jméno disertanta: Ing. Luboš Kroft

Oponent disertační práce: Ing. Libor Hamouz Ph.D.

- a) Význam pro obor - Disertační práce Ing. Luboše Krofta na téma „Optimalizace strategie obrábění složitých prostorových ploch“ je ve svém jádru zaměřena na podrobné zhodnocení vlivu zvolené strategie obrábění na výsledné parametry obráběné plochy.
S moderní dobou se čím dál tím více do strojírenského oboru zrcadlí designové požadavky formou složitých tvarových ploch, které je nutné následně produktivně obrobít. Proto se jedná o problematiku velice aktuální a veškeré zjištěné poznatky přispívají k posunu v oblasti obrábění kupředu. Pochopení vlivů změny otáček na kvalitu výsledné plochy a použití konstantní řezné rychlosti je poměrně zásadní a pro obor obrábění tvarových ploch je přínosem.
- b) Postup řešení problému – pro ověření použití konstantní řezné rychlosti pro dokončovací frézování byl nejdříve popsán teoretický základ pro následné výpočty. Na základě teoretických znalostí byly navrženy a provedeny dva experimenty. První z provedených experimentů sledoval kvalitativní změny dokončované plochy v závislosti na změně otáček a druhý pak vliv zvolené konstantní řezné rychlosti na výslednou kvalitu dokončované plochy. Pro výpočet byly použity tři strategie propočtu drah nástroje. Statistické vyhodnocení naměřených dat probíhá následně pouze v obecné rovině. První experiment měl za cíl prověřit, jestli má změna otáček přímý vliv na výslednou kvalitu obrobenej plochy. Žádný podstatný vliv zjištěn nebyl.
- c) Výsledky a přínosy – práce v experimentu ověřila, že změna otáček nemá skokový dopad na sledované kvalitativní parametry při obrábění obecných tvarových ploch. Při dalším experimentu se pak již využívala konstantní řezná rychlost a bylo dokázáno, že při vhodné volbě drah je možné dosáhnout nižší drsnosti povrchu v porovnání s technologií využívající konstantních otáček. Jako hlavní výstup pak je metodika návrhu dokončovací strategie. Na základě dosažených výsledků bylo možné generovat program pro výrobu, ale konkrétní algoritmus strategie obrábění vytvořen nebyl. Poznatky je však možné využít v navazujícím výzkumu v oblasti obrábění obecných ploch.
- d) Formální úprava práce – Jedná se o poměrně rozsáhlou práci, která je přehledně členěna do sedmi hlavních kapitol. Text je v průběhu vhodně doplňován obrazovým materiálem a na závěr samotné práce je pro přehlednost připojeno třináct příloh. Většinou je text dobře stylizován a je srozumitelný. V některých případech je však stavba vět komplikovanější a je třeba je několikrát přečíst pro jejich úplné pochopení. Při přezkoumání disertační práce jsem narazil i na několik drobných pravopisných chyb, ale těmi kvalita práce nebyla nikterak negativně ovlivněna. Celkově lze konstatovat, že práce je z hlediska formální úpravy na vysoké úrovni, je přehledná a srozumitelná.
- e) Publikace – seznam vlastních publikací obsahuje celkem dvanáct odkazů a sestává se především z příspěvků na mezinárodních konferencích. Následuje soupis ověřených technologií a funkčních vzorků, který čítá na 44 odkazů. Množství a kvalitu publikací hodnotím jako naprosto dostačující.
- f) Výsledné vyjádření – doporučuji disertační práci k obhajobě

Otázky: Myslíte, že by se dal algoritmus optimalizace implementovat až do fáze postprocesingu CL dat, nebo musí být vždy interní součástí CAD/CAM systému? Je možné z CL dat zrekonstruovat zpětně odebíraný objem pro optimalizaci řezných podmínek?

V Plzni, dne: 24. 9. 2018


.....
podpis

OPONENTNÍ POSUDEK DOKTORSKÉ DISERTAČNÍ PRÁCE

Autor práce:	Ing. Luboš Kroft
Název práce:	Optimalizace strategie obrábění složitých prostorových ploch
Pracoviště:	Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní
Školitel:	doc. Ing. Jiří Česánek, Ph.D.
Studijní program:	P2301 Strojní inženýrství
Studijní obor:	2303V004 Strojírenská technologie-technologie obrábění
Akademický rok:	2017/2018
Oponent:	doc. Ing. Marek Sadílek, Ph.D. VŠB-TU Ostrava, Fakulta strojní, kat.346, Katedra obrábění a montáže a strojírenské metrologie

Předložená disertační práce zaměřuje pozornost na možnosti zvyšování efektivity obrábění tvarových ploch technologií frézování na CNC frézovacích centrech. Popisuje a navrhuje vybrané možnosti zvyšování efektivity při dokončovacím frézování se zaměřením na problematiku měnící se řezné rychlosti.

Posouzení práce

Předložená disertační práce se zabývá aktuálním tématem – návrhem a posouzením efektivních strategií frézování. Svým zaměřením jednoznačně zapadá do studovaného oboru strojírenská technologie a shrnuje výsledky dosavadní vědecko-výzkumné práce doktoranda. Disertační práce přináší nové poznatky do oblasti teoretických rozborů frézování tvarových ploch.

Práce je svým rozsahem přiměřená, počet citované literatury je pod průměrem v podobných vědeckých pracích. Rozsah vlastních publikací je odpovídající. Počet ověřených technologií a funkčních vzorků je nadstandartní a vyzdvihuje praktické zaměření disertanta.

Práce ukazuje a potvrzuje velký význam zkoumání této problematiky jak z pohledu teoretických výzkumů, které jsou základem pro praktické uplatnění, tak z pohledu okamžitého

praktického ověření v praxi.

Předložená disertační práce se sestává ze 7 kapitol, které jsou členěny v logickém sledu a poskytují ucelený soubor informací. Mnohé kapitoly jsou však zbytečně obsáhle popisovány. Disertační práce se dále sestává z velice rozsáhlých příloh, které by mohly být distribuovány pouze v elektronické podobě.

Formální připomínky

Formální úprava a přehlednost práce je na výborné úrovni. Následně jsou uvedeny formální připomínky, které však výrazně nesnižují odbornou úroveň práce.

Výčet formálních připomínek:

- cit 16, je chybná, autorem článku není Marek Sadílek
- Ověřené technologie a funkční vzorky jsou chybně zapsané – bez identifikačního čísla, nelze ověř. Oceňuji však jejich velký počet.
- V práci a v seznamu zkratk uvedeny „Fx, Fy, Fz Řezné síly ve směru x, y, z „ jsou chybně označeny. Jedná se o složky řezné síly.
- Drobné překlepy, jako je „režná rychlost“ uvedeno v příloze, nebo na str. 117 „kinematika obroku a nástroje“, což je zavádějící a chybný pojem.
- Str.42, Chybí doplnit o další fázi výroby tvarově složitých součástí - o fázi zbytkové obrábění.
- Chybí teorie výpočtu d_{eff} .
- Rozsáhle - obšírně popisovaný experiment – doporučení využít schéma. Plán experimentů-příloha č. 4 je třeba vysvětlit.
- V práci na str. 80 je uvedeno, že disertační práce obsahuje elektronickou přílohu „Statistické vyhodnocení prvního experimentu“ Bohužel pro ověření informací tato příloha nebyla dostupná oponentovi.

Připomínky a dotazy k práci

V teoretické části chybí popsána problematika závislosti řezné rychlosti na parametrech drsnosti obrobeného povrchu a závislost dalších řezných podmínek, což pro zaměření disertační práce pokládám za stěžejní. Také bych přivítal uvedení teoretické zhodnocení vlivu zaoblení ostří na drsnost povrchu, kdy o tuto problematiku se opírá experimentální část B.

Nesouhlasím s tvrzením na str. 82: „Navíc, spojíme-li průměr nástroje s velikostí rádiusové plochy, vznikne vzájemnou kombinací další problematika, pro jejíž objasnění nebyl

nalezen relevantní pramen.“

Sledované parametry 2D drsnosti povrchu jsou zavádějící, doporučil bych se zaměřit na parametry 3D. (zvláště, když domovské pracoviště disertanta disponuje zařízením pro tato měření a vyhodnocování). Mé tvrzení navíc potvrzují srovnávání teoretické drsnosti parametrů R_a a R_z s reálnými na str. 100.

Celá práce je dosti obšírně (zdlouhavě) popisována. Doporučil bych psát více stručně, jasně a mnohdy lépe heslovitě.

Uvedený závěr práce na jediné straně je dosti nešťastný. Bývá zvykem u disertačních prací rozdělit a vyzdvihnout zvlášť praktické přínosy práce a zvlášť vědecké přínosy práce.

Otázky na disertanta:

1. Str. 75, Obr 5-13. a Obr 5-14 Uchazeč se odkazuje na původ obrázku z lit [3]. V tomto případě to znamená, že výsledky měření uchazeč převzal z diplomové práce [3] JÁSEK, Ondřej. Vliv změny řezné rychlosti na tvarovou přesnost dokončené plochy. Plzeň, 2018. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Jan Hnátík. Prosím o komentář.
2. Jakým způsobem byl zajištěn negativní výrazný vliv opotřebení nástroje při průběhu experimentálních částí?
3. Co znamená pojem očištěný a neočištěný záznam na str. 65?
4. Jakým způsobem probíhala filtrace dat při měření a vyhodnocování jednotlivých složek řezných sil a na základě jakých kritérií?
5. Jaká byla nejistota měření rozměrové přesnosti?
6. Lze teoreticky a i prakticky uvést, pořadí vlivu sledovaných aspektů (strategie, průměr nástroje, jednotlivé řezné podmínky, atd.) na drsnost povrchu a přesnost?
7. Jaký typ křivky (a proč) disertant použil pro spojení bodů u grafů závislosti parametru drsnosti R_z pro jednotlivé strategie na ploše Obrázek 6-19, 6-20, 6-26 a další grafy uvedené v příloze 12?
8. Jaký typ křivky (a proč) disertant použil pro spojení bodů u grafů odstupů bodů od modelu pro jednotlivé vzorky v uvedené na Obrázek 6-27, 6-29, 6-30 a v příloze 13?

Dosáhnuté výsledky a přínosy pro praxi

Za hlavní přínos práce považuji uplatnění výsledku práce pro teoretickou přípravu pro vytváření optimalizačních metod operace dokončovacího frézování, tedy pro následující výzkumy orientované na možnosti použití získaných poznatků z řešení na další výzkum v oblasti dané problematiky.

Kapitola „Způsob rozpočtu drah“ přispívá k zviditelnění této problematiky a ukazuje na nutnost přihlížet k této problematice se zvláštním zřetelem při programování CNC obráběcích strojů.

Uvedené výsledky a závěry dílčích kapitol jsou upotřebitelné zejména pro technology a seřizovače vytvářející NC programy, kde je potřeba aplikovat dokončovací cyklus při frézování tvarových ploch. V praxi je kladen důraz na zvyšování trvanlivosti nástroje, zmenšení energetické náročnosti obrábění a hlavně zvyšování přesnosti. To lze snižováním jednotlivých složek sil řezání (zejména pasivní složky, tím tedy přesnost a drsnost obrobeného povrchu).

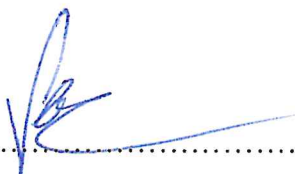
Závěr

Vytýčené cíle byly v předložené doktorské disertační práci úspěšně splněny. Získané výsledky budou přínosem jak pro další rozvoj vědní disciplíny, tak využitelné v průmyslové praxi. I přes uvedené připomínky má předložená disertační práce dobrou úroveň, její výsledky jsou správné a využitelné a prokazují, že Ing. Luboš Kroft je způsobilý tvůrčí vědecké práce, ovládá vědecké a experimentální metody a má výborné teoretické znalosti, kterých využil k získání nových poznatků při zpracování této disertační práce. Proto

DOPORUČUJI

doktorskou disertační práci Ing. Luboše KROFTA k obhajobě a po jejím úspěšném absolvování udělení vědecké hodnosti Ph.D. ve studijním oboru „2303V004 Strojírenská technologie-technologie obrábění“

V Ostravě dne 3. 10. 2018



doc. Ing. Marek Sadílek, Ph.D.

oponent disertační práce