



Fakulta strojní VŠB - TU Ostrava
346, katedra obrábění a montáže

OPONENTNÍ POSUDEK DISERTAČNÍ PRÁCE

Oponent: prof. Dr. Ing. Josef B R Y C H T A, FS VŠB – TU Ostrava

Téma práce: Metody zefektivnění konstrukce řezných nástrojů

Autor: Ing. Pavel R O U D

Rozbor disertační práce:

Disertační práce pana Ing. Pavla Roudy se zabývá metodami zefektivnění konstrukce řezných nástrojů. V úvodu předkládané práce její řešitel logicky představuje základní typy řezných nástrojů s ohledem na vazbu systému přípravy jejich výroby. Specifiku monolitních nástrojů autor spatřuje ve využívání speciálních CAD systémů dodávaných spolu s výrobním zařízením nebo ve využití obecných CAD systémů. Úvodní část dále obsahuje výběr typového představitele monolitního řezného nástroje. Z provedené analýzy specifik jednotlivých technologií vybírá vrtací nástroj, a to monolitní šroubový vrták, jehož složitá geometrie spočívá především v proměnlivosti pracovních úhlů.

Kapitola druhá analyzuje geometrii řezného nástroje, kde se opírá zejména o informace získané z praktické činnosti, ale i z literatury a odborných zdrojů. Zvláště zajímavá je část zabývající se popisem úprav rotačního řezného nástroje, které přímo i nepřímo zvyšují jeho užité vlastnosti.

Třetí stěžejní částí disertační práce představuje nový přístup v modelování monolitního šroubovitého vrtáku, který vhodně využívá automatizačních nástrojů dostupných v systému CATIA V5 se samostatně vytvořeným externím matematickým „řešičem“ pro zvládnutí všech potřebných výpočtů. Cílem je zde zohlednění technologie výroby nástroje při vytváření jeho jednotlivých prvků, konkrétně pro šroubovitou drážku a fazetky.

Závěrečná kapitola předkládané disertační práce představuje další nástroje pro zefektivnění návrhu monolitního šroubovitého vrtáku. Sleduje se v ní využití expertních systémů pro podporu volby geometrie řezné části nástroje. Součástí popisu jsou i omezení použitého softwaru, které byly zjištěny na základě řešitelových zkušeností. V závěru práce je přehledně provedeno shrnutí obsahující hlavní přínos tohoto odborného díla které představuje nový přístup k modelování monolitních šroubových vrtáků pomocí CAD systémů.

Připomínky a dotazy k předložené práci

- Po formální stránce práce převyšuje současný standard a obsahuje minimum gramatických chyb a překlepů.
- V textu na str. 4 řešitel uvádí ... proměnlivost úhlu čela způsobuje... (dle oponenta příliš obecné, není zde uvedena soustava ani rovina zmiňovaného úhlu)
- Jak vnímá doktorand (vnímá-li) rozdíl mezi kvalitou a jakostí obrobené plochy?
-

Závěrečné zhodnocení:

- a) Téma předkládané odpovídá oboru strojírenská technologie. Způsob řešení zvolené problematiky je vhodný a aktuální zejména pro současný stav oboru.
- b) Vhodně zvolené postupy řešení, dle názoru oponenta, dovedly doktoranda ke splnění všech stanovených cílů.
- c) Výsledky disertační práce obsahují původní konkrétní přínos, čímž splňují požadavky kladené na současného absolventa doktorandského studia.
- d) Formální úprava, jazyková úroveň, jakož i přehlednost předložené disertační práce je na velmi dobré úrovni.
- e) Dosavadní publikační činnost autora disertační práce prokazuje jeho aktivitu, ale i erudovanost v tomto směru.
- f) Oponovaná disertační práce je dostatečně obsáhlá, má vysokou grafickou úroveň, splňuje dle zákona č. 111/1998 Sb. § 47 kladené požadavky, její závěry jsou plně využitelné, a proto ji lze doporučit k obhajobě.

Přiložený autoreferát zcela dostatečně informuje o současném stavu řešené problematiky, má jasně stanovený cíl, vhodně zvolenou metodiku zpracování, vyzvednuty hlavní výsledky práce, srozumitelný závěr a vhodně vybranou literaturu s poměrně rozsáhlou publikační činností.

Z výše uvedeného vyplývá, že disertační práce splňuje všechny kladené požadavky. Proto práci doporučuji k obhajobě a po jejím úspěšném průběhu souhlasím s udělením akademického titulu Ph.D.

V Ostravě dne 12. 5. 2013



.....

prof. Dr. Ing. Josef BRYCHTA

Oponentský posudek doktorské disertační práce
Metody zefektivnění konstrukce řezných nástrojů

autora Ing. Pavla Rouda

Předložená práce se zabývá zefektivněním technologické přípravy výroby monolitních řezných nástrojů pomocí CAD systémů. V práci je představen nový přístup k modelování monolitních vrtáků založený na principech geometrického modelování.

V první kapitole autor popisuje základní typy řezných nástrojů a jejich modelování pomocí CAD systémů, uvádí výhody a nevýhody různých způsobů přípravy výroby a předkládá důvody výběru typového reprezentanta pro další práci.

Druhá kapitola je věnována analýze geometrie šroubového vrtáku a jsou popsány klíčové části pomocí geometrických pojmů.

Třetí kapitola je z pohledu práce klíčová, jsou zde popsány metody řešení z pohledu geometrického modelování, využívající poznatky z teorie obalových ploch. Tyto teoretické poznatky jsou zapracovány do tvorby jednotlivých modulů, pomocí kterých je návrh nástroje řešen.

Vzhledem k náročným výpočtům jsou využívány nejen prostředky nástrojů systému CATIA, ale také externí řešiče, které výpočty zefektivní a zrychlí.

Připomínky k práci:

V práci se objevují některé formální nepřesnosti (zde uvádím některé z nich):

1. Jednotlivé matice transformací jsou psány v homogenním tvaru, ale vektory a vyjádření útvarů ne. Z formálního hlediska by např. vyjádření 3.9 na straně 33 nebo 3.13 na straně 34 nebylo možné vzhledem k rozměrům použitých matic. Předpokládám ale, že v implementovaném algoritmu byly použity správné tvary, protože jinak by nebylo možné algoritmus realizovat.
2. Některé vektory jsou psány v horizontální a některé ve vertikálním tvaru a z formálního hlediska by bylo vhodné použít znak pro transponovanou matici, jinak by opět nešlo uskutečnit příslušné násobení.
3. Na straně 45 nahoře je uvedena „rovnice kuželové plochy“, ale ve skutečnosti je zde vektor.
4. Dále se zde vyskytují z matematického hlediska typografické nepřesnosti. Ne vždy je použit správný font pro vyjádření matematických výrazů (italika) např. $x=$ ová souřadnice na str. 39, nebo označení souřadnicových os velkými písmeny (X, Y, Z) a nekoncepčně k tomu označení souřadnicových rovin někdy velkými a někdy malými písmeny (YZ, xz) – str. 51, 34 a další. V některých případech je použit pro násobení znak *, ale na jiných místech je násobení bez něj nebo částečně – výraz 3.2 str. 29, 3.6 str. 31 a další. Dále není úplně vhodné použití znaku pro vektor (označení šipkou), kde je šipka jen nad částí znaku a to nad indexy např. 3.25 str. 41.

Výše uvedené připomínky jsou důležité z pohledu matematické kultury projevu, ale nejsou podstatné z hlediska obsahu práce a implementace matematických závěrů do algoritmů a praxe.

- a) Autor práce prokázal, že je schopen propojit teoretické znalosti z oblasti geometrického modelování s praktickými problémy vytváření nástrojů a efektivně je zapracovat do modulů rozšiřujících stávající CAD systémy. Právě toto propojení teoretických a praktických poznatků je cenným přínosem práce.
- b) Autor využil především analytické a syntetické znalosti teorie obalových ploch a na základě syntézy těchto dvou oblastí geometrie vytvořil algoritmy využitelné v praxi. Byly zde využity také teoretické znalosti z oblasti transformací a dalších oblastí geometrie.
- c) Metody teoretické geometrie jsou vhodně propojeny a využity při řešení návrhu algoritmů. Kromě propojení teorie s praxí byly vytvořeny funkční moduly pro návrh částí nástrojů.
- d) Práce má dobrou strukturu, vždy jsou nejprve vysvětleny pojmy, se kterými autor pracuje a postupně je nastíněno řešení problému.
- e) Části práce a dosažené výsledky byly vhodnou formou prezentovány na několika konferencích a seminářích a publikovány v odborných publikacích.
- f) Z mého pohledu splňuje předložená práce podmínky kladené na disertační práci, proto doporučuji, aby byla práce přijata k obhajobě.

V Plzni 23. 5. 2013



RNDr. Světlana Tomiczková, Ph.D.
katedra matematiky FAV ZČU v Plzni

OPONENTNÍ POSUDEK DISERTAČNÍ PRÁCE

Název práce: „**Metody zefektivnění konstrukce řezných nástrojů**“

Autor práce: **Ing. Pavel Roud**

Předložená disertační práce je zpracována na 81 stranách vlastního textu a 17 stranách příloh. Práce obsahuje v textové části celkem 55 obrázků a grafů. Při zpracování disertační práce čerpal autor z celkem 94 odborných publikací.

Oponovaná práce řeší téma, které je silně spjato s komerční sférou v oblasti výroby řezných nástrojů, především pak broušení monolitních vrtáků. Právě úzká provázanost tématu s průmyslovou praxí je jedním z prostředků, kterými je docíleno značné aktuálnosti tématu. Je zde totiž přímá vazba navržení metody zefektivnění konstrukce nástrojů na produktivitu a hospodárnost výroby řezných nástrojů, čímž je přímo ovlivněna konkurenceschopnost konkrétního českého výrobce řezných nástrojů v dnes silně konkurenčním prostředí. Podstatný je však význam pro celý obor strojírenské technologie. V práci je totiž novým přístupem zpracována metoda kompletního a automatizovaného návrhu a realizace monolitních řezných nástrojů, a to včetně možností řízené přípravy mikrogeometrie řezné hrany pro její případnou optimalizaci. Stav a mikrogeometrie řezné hrany má, jak ukazují poslední výzkumy a jak správně zmiňuje i autor, velmi výrazný vliv na funkci a životnost nástroje, stejně jako na dosahovanou kvalitu obrobku.

Autor práce zvolil logický přístup k řešení problematiky. V prvních dvou kapitolách je zachycen současný stav problematiky řešené stávajícími přístupy. Dle mého názoru by však v této části prospěla práci větší teoretická úroveň náhledu na problematiku s vlastním kritickým postojem. Případně by měl být hlubší teoretický rozbor problému a současného stavu poznatků, a to ať již na základě poznatků z odborné literatury, nebo průmyslové praxe.

Větší přehlednosti práce by prospěla také jednoznačná definice a vyjádření hlavních a dílčích cílů (v samostatné kapitole). Autor zmiňuje cíl práce prakticky pouze na konci kapitoly nazvané „Úvod“. Mohu však konstatovat, že tento hlavní cíl práce, a to návrh metody zefektivnění konstrukce šroubovitého vrtáku, byl splněn.

Na velmi vysoké odborné úrovni je zpracována třetí kapitola práce, což je část popisující vlastní návrh a softwarovou realizaci metody zefektivnění konstrukce řezných nástrojů. Autor

zde detailně, fundovaně, ale současně srozumitelně a logicky popisuje podstatu a postup vlastního původního řešení pro vybraného typového představitele - monolitního šroubovitého vrtáku. U dosažených výsledků lze konstatovat, že mají velký přínos a potenciál pro uplatnění v praxi. Disertant prokázal výborné znalosti nejen z oboru strojírenské technologie, ale i matematiky či konstruování.

Jediným důležitějším prvkem, který u vlastního řešení postrádám je výsledná prezentace a zhodnocení celkových přínosů metody oproti stávajícím řešením. Při vlastním řešení se sice vyskytují dílčí porovnání doby trvání návrhu jednotlivých prvků geometrie vrtáku, práci by však prospělo celkové vyjádření přínosu aplikace nových metod. Mohlo to být realizováno například na základě porovnání tvorby shodného nástroje vytvořeného dvěma přístupy – původní metodou a metodou nově navrhovanou. Porovnání by pak mohlo být třeba z hlediska rychlosti nebo přesnosti modelování, či na základě vyjádření možných geometrických odlišností obou prototypů. Tím by byl dle mého názoru jednoznačněji deklarován a potvrzen přínos stávajícího řešení.

Ke kapitole 4, která je trochu nelogicky nazvána: „Závěr a vyvození budoucích trendů“, přestože následuje ještě kapitola 5: „Závěr“, mám jednu připomínku. Autor se zde soustředí pouze na vyjádření budoucích trendů obecně v oblasti řezných nástrojů – využití expertních systémů a využití MKP pro analýzu řezného procesu. Domnívám se však, že by bylo neméně důležité uvést i trendy a následné práce, které by mohly navázat přímo na téma této práce.

Formální úprava práce je na velmi dobré úrovni. Všechny obrázky a grafy jsou kvalitní a čitelné. Výhrady mám pouze k již zmíněnému lepšímu členění kapitol (Cíle, Vyhodnocení budoucích trendů, atp.) a k nesrovnalostem a nepřesnostem, které se dle mého názoru v textu vyskytují. Pro ukázkou zde uvádím jen některé z nich:

- ✓ Seznam zkratk a symbolů není úplný. Chybí zde například: α_2 , γ_{na2} a další; některé parametry nejsou řazeny abecedně (α_{fsm} a α_{fs}) a u parametru VBmax chybí uvedení jednotek.
- ✓ V kapitole 1 uvádí autor obecný přehled typů řezných nástrojů. Opomíjí ale další typy jako protahovací nástroje, závitovací, obrážecí, atp.
- ✓ Na str. 3 autor uvádí, že volba konkrétního typu nástroje závisí na průměru a hloubce díry. Podle mého názoru je ale důležitým faktorem i přesnost požadované díry. Výhrady mám rovněž k tvrzení, že rozsah hloubek vrtaných děr pro nejpoužívanější nástroje, je v rozsahu 30-70 D. To jistě není běžný rozsah hloubek. Mělo zde být pravděpodobně 3-7 D.

- ✓ Některé výrazy by měly být více odborné, jako například: „nerezi“ = korozivzdorné oceli, „Ra – drsnost povrchu vyhodnocená dle průměrné aritmetické odchylky“ = střední aritmetická hodnota úchylek profilu v rozsahu základní délky.
- ✓ U některých myšlenek, případně obrázků, vztahů a tabulek v kapitolách 1 a 2 postrádám přímé odkazy na literaturu (např. tab. 2.1), pakliže tedy nejde jen o původní autorovy myšlenky a přímé zkušenosti.
- ✓ Popiska u obrázku 2.7 měla být zřejmě jiná, protože je identická s popiskou obr. 2.6.
- ✓ Na str. 24 mi nejsou příliš jasná pozitiva z použití velkého zaoblení řezné hrany oproti sražení (větší napětí, značná deformace obráběného materiálu) - poznatek převzatý z literatury [81]. Geometrie je v tomto případě navíc „negativnější“ a proto bude docházet ke vzniku větších sil, teplot při obrábění a lze předpokládat také větší intenzitu opotřebení.

Z hlediska jazykové úrovně práce lze konstatovat, že se v práci vyskytuje menší množství překlepů, gramatických chyb či nejasných formulací, a to jak v anglicky psané anotaci či vlastním textu práce. Práci by jednoznačně prospěla důkladnější jazyková korektura, protože uvedené nedostatky zbytečně snižují jinak velmi dobrou odbornou úroveň práce. Jako příklady zmiňovaných nedostatků uvádím jen některé příklady:

- ✓ Kapitola „Anotation“ – anotace je v angličtině s dvěma „n“; slovo „futhure“, které autor několikrát zmiňuje v anj rovněž neexistuje; stejně jako slovo „experinece“ na konci kapitoly; nejasný je mi pak zápis „f.eg“. První věta pátého odstavce mi pak zcela nedává smysl.
- ✓ Překlep ve slově „aktualizace“ na str.5; „přímě“ na str. 7; „...ostří, ve se,...“ str.11;
- ✓ V práci se vyskytuje nejednotné zpracování odkazů na použitou literaturu. Jako například: str.12 „Ni kol“, „Abele et al“, str.13 „Abele a Fujara“
- ✓ V kapitole Odkazy literatury jsou nepřesnosti a nedostatky: viz. například [41], [60], [81], [82], atd.
- ✓ Na str. 66 v první větě „narozdíl“ a na str. 67 „aspekty bránili“; a další.

V autoreferátu práce je uvedeno celkem 18 publikací. Jelikož jsou však některé výsledky zapsány dvakrát, je zde ve skutečnosti publikací celkem 16, u kterých je disertant uveden jako autor či spoluautor. Jedná se o příspěvky na domácích konferencích (12, z toho 5 v anglickém jazyce), 2 příspěvky v recenzovaných časopisech, 1 příspěvek v časopise a 1 ověřená technologie. Publikační činnost autora je tak na dobré úrovni.

K práci mám tyto dotazy:

1, Jak je to s přesností nově zpracované metody pro návrh řezných nástrojů v porovnání se standardními metodami? Lze očekávat zlepšení přesnosti výsledného tvaru, geometrie a mikrogeometrie nástroje vrtáku a proč?

2, Existují nějaké limity tvaru, geometrie, rozměrů šroubovitého vrtáku (délka šroubovice, počet fazet, tvar hlavního ostří, případně další) pro použití této metody návrhu nástroje?


3, Jaký by mohl být další postup v úpravě navrženého sw řešení pro jeho další zdokonalení (rychlost, přesnost, univerzálnost použití i pro další monolitní nástroje, ...)?

Závěr:

Doktorand prokázal výborné znalosti a orientaci v daném oboru, a to jak v teoretické, tak i praktické rovině. Celá práce psána srozumitelně bez vážných nedostatků.

Disertační práci dle zákona č. 111/1998 Sb. § 47 doporučuji k obhajobě.

V Praze dne 31. května 2013


Ing. Pavel Zeman, Ph.D.