

Posudek oponenta diplomové práce

Autor práce: **Bc. Martin PORKRISTL**

Název práce: **Optimalizace chladicího systému soustružnického nože s využitím aditivních technologií**

Splnění rozsahu zadání

Dobře

Odborná úroveň práce

Nevyhovující

Formální uspořádání a úprava

Dobře

Slovní vyjádření oponenta práce a otázky na autora práce

Cíl práce a jeho naplnění

Cílem předložené diplomové práce byl vývoj, výroba a testování modifikovaného soustružnické nože pomocí aditivní výroby. Práce bodově splňuje obsah zadání diplomové práce. Naplnění jednotlivých bodů je ovšem velmi slabé.

Obsahové zpracování a přístup k řešení

Teoretická část práce se zabývá popisem aditivní výroby a také základních pojmů spojených s procesem obrábění, zejména se zaměřením na tepelnou bilanci a chlazení nástroje. Celá teorie je zcela nekonceptně řešena, jednotlivé části na sebe nijak logicky nenavazují a také hloubka teorie je dle mého mínění zcela nedostatečná. Autor většinu témat pouze obecně popíše bez hlubšího vysvětlení a návaznosti na řešené téma. Už v samotné teorii je celá řada nepřesností a také několik chyb. Jako příklad je možné uvést kritéria otupení břitu, kdy jsou v práci uvedena dvě, a to technologické a ekonomické. Ovšem text si odporuje a zcela zde chybí standardní klasifikace opotřebení břitu z teorie obrábění. V teoretické části zcela chybí rešerše současného stavu, což považuji za velký nedostatek s ohledem na to, že obdobné systémy přívodu kapaliny řeší například společnosti jako Sandvik, Walter a další.

Praktická část práce se zabývá návrhem speciálního chlazení pro vnější soustružnický nástroj, a to ve dvou variantách. První je přívod chladicí kapaliny na čelo a hřbet skrze těleso nástroje s možností regulace jednotlivých průtoků. Druhou variantou je chlazení se směšovací komorou, kdy dochází k mísení vzduchu a procesní kapaliny označovanou v práci za mlhu. Tato myšlenka mi přijde zajímavá. Autor v práci postupoval výrobou prototypu na nekovové tiskárně, kde byly vyrobeny prototypy a ty následně testovány. Poté došlo k optimalizaci chlazení a následně výrobě kovových nástrojů. Bohužel v práci není nikterak uvedena geneze návrhu nástrojů, respektive chladicího systému ani směšovací komory, a dalších technických prvků. Naopak autor se zde poměrně detailně zabývá metodou nekovového tisku, což je s ohledem na téma práce zcela irelevantní. Autor v této části uvádí, že byly zjištěny nedostatky směrování chladicí kapaliny. V práci však není nikde uvedeno, jaký způsobem byly tyto nedostatky odstraněny.

Dále jsou v práci uvedeny parametry kovového 3D tisku pro jednotlivé části, což je pro relevantnost práce vhodné, ale bez uvedených souvislostí s ohledem na teorii je velmi složité posoudit jejich volbu, a není tedy jasné, jaký vliv na výrobu nástrojů tyto parametry měly. Jako další část je uvedeno hodnocení tepelné energie za čas tisku. Zde opět není jakákoliv spojitost s výsledkem tisku a nerozumím, z jakého důvodu zde autor tyto části uvádí. Obě zmíněné části nemají v práci uveden žádný kontext na výslednou kvalitou tisku, deformace po tisku ani dalšími parametry důležitými pro obráběcí nástroje vyráběné aditivní výrobou.

V kapitole 3.9 je uveden popis testování nástrojů. Oba nástroje byly testovány na dvou typech materiálů obrobku a také na dvou různých obráběcích strojích. Už v samotném popisu experimentu je celá řada nejasností. Jako příklad uvádím neuvedení systému testování. V práci je uvedeno, že nástroje byly v řezu vždy 2 minuty, ale zároveň se zde uvádí, že každý měl jiný průměr obrobku, a tedy není zcela jasné, jak byl čas v řezu srovnán. V dalším popisu jednotlivých experimentů jsou hodnoty času v řezu opět uvedeny jinak. Dále pak pojem eliminace výsledků výrazně vystupujících z řady nebo statistické vyhodnocení aritmetickým průměrem jsou pro kvalifikační práci zcela nevhodné.

Dalším velmi slabým místem je vyhodnocení experimentů, kdy např. pro ocel 42CrMo4 jsou v práci uvedeny pouze hodnoty po prvním řezu (i tento fakt je více méně odhadnut, neboť v práci to uvedeno není) a na základě těchto naměřených hodnot autor provádí hodnocení. Ostatní snímky růstu opotřebení zde nejsou uvedeny, a to ani v přílohách.

Pro testování materiálu Inconel 718 jsou uvedeny tabulky opotřebení pro tři opakování, a to pouze pro referenční nástroj a nástroje ILC. Důvod nepoužití nástroje IMC zde však uveden není a je napsán pouze v zhodnocení výsledků.

V několika částech práce se autor zmiňuje o tlaku chladicí kaplany, jeho nedostatečné hodnotě a dalších vlivech s tím spojených. Nikde však není uvedeno, za jakých tlaků byly jednotlivé nástroje testovány, zda byl tlak měřen a jak. Výsledné grafy v kapitole 4. Analýza

vlastního řešení a zhodnocení výsledků jsou opět velmi nejednoznačné a s ohledem na to, že mají jiné měřítko na ose X, není možné zcela jednoznačně porovnat závěry práce.

Celkově práce působí velmi nekonzistentně a její výsledky jsou velmi těžko ověřitelné. Co se týče celkového hodnocení práce, na mě působí velmi slabým dojmem, a to jak obsahově, tak svým rozsahem. Závěr práce je na straně 51, a odečteme-li úvodní stránky, má samotná práce přibližně 40 stran. Bohužel je zde velké množství obrázkové dokumentace. Například kapitola 3.8 Obrábění lůžka zabírá celkem 4 strany práce, z čehož vlastní text práce je přibližně jedna třetina normostrany. V pokynech pro vypracování kvalifikační práce je uvedeno, že text je vhodný doplnit obrázkovou dokumentací, ale v případě této diplomové práce je poměr zcela opačný. Po odstranění všech obrázků má práce necelých 19 textových normostran, což samo o sobě není nikterak vypovídající, ale s ohledem na zmíněné nedostatky tento fakt dokresluje kvalitu celé předložené práce.

Formální náležitosti práce a úprava

Práce je celkově dělena do 5 kapitol. V práci se často vyskytují netechnické termíny a autor se v textu opakuje, a to i několikrát v jednom odstavci. Není dodrženo formátování práce, např. když jsou obrázky vloženy vedle textu, což považuji za velmi nevhodné. Také přílohy nejsou samostatně číslovány a je zde i celá řada dalších formálních nedostatků.

Otázky, připomínky

- 1) K čemu je při aditivní výrobě metodou DMLS použita ochranná atmosféra?
- 2) Jakým způsobem funguje metoda chlazení MQL?
- 3) K čemu slouží část navrženého nástroje „zásobník“?
- 4) Jak je ve Vašem případě, konkrétně pro variantu IMC, řešena hygiena práce s ohledem na vzniklý aerosol ve vzduchu?
- 5) Jaké bylo zvolené kritérium opotřebení?
- 6) S jakou přesností a nejistotou měření bylo měřeno opotřebení pro testování na Inconelu 718?
- 7) Proč se domníváte, že byly třísky při obrábění oceli 42CrMo4 od nástroje IMC výrazně zbarveny (teplotně ovlivněny)?

Doporučení k obhajobě

Nedoporučuji k obhajobě

V _____ dne _____

Ing. Luboš Kroft, Ph.D.