

Oponentní posudek disertační práce

Ve smyslu Zákona o vysokých školách České republiky č. 111/98 Sb.

Název práce: **Studie problematiky zvyšování řezivosti nástroje při frézování feriticko-martenzitické oceli P91**

Autorka práce: **Ing. Jaroslava Fulemová**

Předložená disertační práce se zabývá zvyšováním řezivosti nástroje pomocí cíleně provedené úpravy ostří, která nabývá v současnosti, zvláště v extrémních požadavcích na řezné nástroje, na významu. Úzce je zaměřena do oblasti mikrogeometrie břitu (K, r_n) na vyměnitelných břitových destičkách ze slinutého karbidu IN04S s „wiper“ geometrií použitelnou pro dokončovací rovinné frézování oceli P91. Významným znakem provedené studie jsou experimentálně použité řezné podmínky, zvláště pak hodnota $a_p = 20\mu\text{m}$.

Autorka rozčlenila disertační práci do 7 kapitol. První čtyři kapitoly uvádí čtenáře do problematiky mikrogeometrie břitu a technologií úprav vč. očekávaných přínosů. Důležitou kapitolou je kap. 5, ve které autorka definuje hlavní a další cíle své disertační práce. Následná kap. 6. již obsahuje rozsáhlou experimentální část s provedenými četnými analýzami. Závěrečná kapitola č.7 sumarizuje získané poznatky a zhodnocuje dosažené výsledky a přínosy řešení práce. Disertační práce obsahuje 95 stran, 74 obrázků, 20 tabulek, závěrečný seznam použité literatury a rozsáhlé přílohy.

Závěrem konstatuji:

a) Zhodnocení významu disertace pro obor.

Předkládaná práce má pro obor velký význam, neboť zmíněná studie mapuje vliv mikrogeometrie břitu řezného nástroje na tvorbu třísky, jakost opracování, řezné síly a v neposlední řadě i trvanlivost při zvolených velmi malých hodnotách a_p . Mnoho definovaných hypotéz, přístupy při jejich ověřování a závěry z nich plynoucí pro konkrétní podmínky obrábění nabízí čtenáři celou řadu závěrů, které je možné využít v obdobných případech a podmínkách obrábění. Nechá se konstatovat, že předložená disertační práce posouvá znalosti v daném oboru.

b) Vyjádření k postupu řešení problému a ke splnění stanoveného cíle.

Autorka postupovala při řešení problematiky analyticky a systematicky, jednotlivé kapitoly jsou logicky provázány a dle mého názoru splnila stanovené cíle definované v kap.5. Rovněž oceňuji propojení teoretické části práce s konkrétním výstupem (doporučením) pro definované podmínky obrábění vč. diskuse výsledků. Připomínku mám pouze k experimentální činnosti v kap.6, která mohla být lépe členěna. Zato použití M-S analýzy při plánování experimentů a hodnocení výsledků vnímám jako správné.

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

Autorka dospěla během řešení práce k nespočetnému množství dílčích původních výsledků, ve kterých neshledávám výrazné pochybení. Sic někdy bych očekával podrobnější vysvětlení či vymezení k dosaženým parametrickým závislostem, jako je tomu např. na str. 65 v tab.6 - 10, kde mi např. chybí komentář nebo stanovisko autorky k vysoce rozdílným získaným hodnotám skutečné tloušťky odřezávané vrstvy na základě dvou použitých metod. I přes tyto připomínky lze tyto výsledky vyhodnotit jako přínosné nejen z pohledu akademického, ale i pro použití v praxi.

d) Systematičnost, přehlednost a formální úprava.

Disertační práce má dobrou jazykovou úroveň a formální úpravu s mnoha vlastními barevnými obrázky a grafy. Kvalitě práce na opačnou stranu mírně ubírají některé převzaté obrázky s anglickým popisem. Zároveň se autorka bohužel nevyvarovala mnoha překlepů či nepřesných formulací (např. str. 19 dialektrické místo dielektrické, str.22 drsnot místo drsnost apod., mikrovymlomenina – lépe asi mikrovýmol). Disertační práce je přehledně sepsaná včetně kompletního uvedení seznamu použitých zkratek a symbolů.

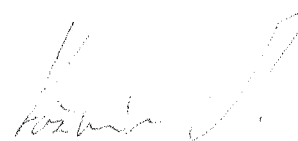
e) Vyjádření k publikacím.

Studentka je autorkou či spoluautorkou několika příspěvků v odborných časopisech či na mezinárodních konferencích, které se vztahují k uvedenému tématu.

f) Vyjádření oponenta dle zákona č.111/1998 Sb. § 47.

Práci hodnotí jako velmi zdařilou a přínosnou a proto práci **doporučuji** k obhajobě.

V Plzni, dne 5.9. 2017



.....
Ing. Pavel Kozmín, Ph.D.

HOFMEISTER s.r.o.
Mezi Ploty 12
326 00 Plzeň

E-mail: kozmin@hofmeister.cz

Oponentní posudek disertační práce ing. Jaroslavy Fulemové

Název práce: STUDIE PROBLEMATIKY ZVYŠOVÁNÍ ŘEZIVOSTI NÁSTROJE PŘI FRÉZOVÁNÍ FERITICKO-MARTENZITICKÉ OCELI P91

Školitel: Doc. Ing. Jan Řehoř, Ph.D.

Disertační práce ing. Fulemové je zpracována v sedmi kapitolách na 85 stranách a je připojeno 12 příloh na 38 stranách. Je uveden i seznam 74 obrázků a 12 tabulek.

Zhodnocení významu pro obor

Řešení řezivosti nástrojů pro obrábění oceli označené P91, dle EN ISO X10CrMoVNbN9-1, DIN 1.4903, má pro výrobce i uživatele oceli značný význam. Ocel P91 je významný korozivzdorný materiál pro energetiku, umožňující zvýšení energetické účinnosti moderních zařízení. Tento trend získává dnes značné uplatnění, díky současným požadavkům na možnost zvýšení provozní teploty a tlaku provozního média v elektrárnách. Zde bylo řešeno použití vhodných řezných nástrojů pro dokončovací frézování dělicí roviny tělesa parní turbíny. Výsledky v této oblasti mají tedy značný význam pro praxi.

Postup, metody pro splnění stanoveného cíle

Hlavním cílem disertační práce bylo popsat vliv různých úprav mikro-geometrie bříty destičky ze slinutého karbidu a návrh na zvyšování řezivosti nástroje s tzv. wiper geometrií při dokončovacím rovinném frézování oceli P91. V úvodu práce jsou uvedeny různé technologie úprav bříty a zhodnocení současného stavu vlivu úprav mikro-geometrie na zvýšení řezivosti. Tvar a rozměr ostří řezného nástroje je popsán poloměrem zaoblení r a faktorem symetričnosti K . V kapitole 1 až 4 je převážně využito údajů z provedené rozsáhlé rešerše a na závěr v kap. 4.1 provedeno zhodnocení vlivu úprav na zvýšení řezivosti. Po shrnutí poznatků byly v kap. 5 stanoveny hlavní a dílčí cíle. Úpravy bříty byly porovnávány z hlediska *trvanlivosti, způsobu opotřebení bříty, řezné síly a drsnosti obrobeného povrchu*. Mezi dílčí cíle patřil výběr nejvhodnějších řezných podmínek, r a K . Pro experimentální oblast byl velmi dobře navržen postup řešení – Schéma na str. 38 a rozdělení testů do 3 kapitol (6.1 až 6.3). Nutnou hodnotou experimentů je stanovení kritériálních podmínek. Pro opotřebení byly sledovány hodnoty VB_{max} a KB . Zde je diskutabilní, jak hodnota KB limituje stav nástroje!

Zvolené metody úprav nástrojů, vlastní obrábění, měření bříty, sil, opotřebení a drsnosti byly odpovídající pro splnění stanovených cílů. Bohužel nebylo možno hodnotit úpravy poloměru zaoblení r provedené různými technologiemi, jak bylo zdůvodněno v dodatku – kap. 6.4 před celkovým shrnutím a diskusí výsledků.

Výsledky disertační práce, přínosy

Výsledky práce jsou uvedeny v kap. 7. Celkové shrnutí, diskuse a závěr. Vychází ze shrnutí předchozích kapitol z experimentálních zkoušek v oblasti vhodných řezných podmínek, určení vlivu velikosti r a K na vybrané parametry řezného procesu. Maximální velikost poloměru zaoblení r je doporučena 20 μm , kdy je bezpečný průběh opotřebení nástroje, menší rozdíly v drsnosti na začátku a konci obrábění. Volba vhodného K by neměla být zobecněna, ale vztahována ke konkrétním technologickým požadavkům! Vhodnou úpravou faktoru symetričnosti je možné ovlivnit velikost sil a drsnost. Pro praktickou aplikaci při frézování dělicí roviny tělesa parní turbíny byla doporučena úprava s $K \approx 1$ a $r \approx 20 \mu\text{m}$.

Formální úprava

Předložená práce je zpracována pečlivě, jednotlivé oblasti jsou řešeny v dílčích kapitolách. Pro celkovou složitost a rozsah práce jsou další informace uvedeny v přílohách. Kromě výjimečných překlepů v textu (na str. 57 – Mirko, místo mikro) je zpracování disertační práce na vysoké úrovni, s množstvím názorných obrázků, vypovídajících grafů a tabulek. Autorka velmi pečlivě v celé práci používala symboly s indexy, což zpřehledňuje výsledky, ale znamená vysokou pracnost!

Celkové shrnutí informací z experimentů je uvedeno správně v závěru práce - kap.7. Seznam použitých zdrojů v kap. 8 obsahuje celkem 73 citovaných položek.

Publikační činnost

Soupis publikovaných prací autorkou disertační práce je uveden v autoreferátu a obsahuje 92 prací jako autor a spoluautor z období let 2008 až 2016, vždy s uvedením názvu publikace, periodika, ISSN, či typu práce. Z uvedeného vyplývá, že autorka je v publikační oblasti velmi aktivní.

Předložená práce je významným přispěním k poznání řešené problematiky a stanovený cíl disertační práce byl splněn. Závěrem práce jsou na základě vlastních poznatků uvedeny další možnosti výzkumu v této problematice.

Doplňující otázka k obhajobě:

Použité destičky s geometrií wiper jsou doporučovány na větší hloubky řezu. Jak se tato skutečnost projevovala při hloubce řezu 0,02 mm?

Celkově hodnotím disertační práci ing. Jaroslavy Fulemové kladně a **doporučuji ji k obhajobě.**

V Plzni 10.8.2017

Zpracoval: Ing. Josef Fajt, CSc.

.....
