

## Oponentský posudok dizertačnej práce

Názov práce: Experimentální ověření možnosti změny technologie výroby vnitřních kroužku ložisek.

Autor práce: Ing. Josef P R O C H Á Z K A  
VŠB – TU Ostrava, Fakulta strojní

Oponent: Doc. Ing. Dušan Štekláč, CSc.  
Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta

Znižovanie nákladov na výrobu vedie k aplikácii nových moderných technológií medzi ktoré patrí aj tzv. tvrdé obrábanie ( HC – hard cutting ). Pritom je dôležité aby boli splnené základné kvalitatívne požiadavky dané výkresovou dokumentáciou. V prípade ocelí ide zväčša o náhradu dokončovacieho brúsenia sústružením po kalení a splnenie požadovaných kvalitatívnych parametrov. Túto problematiku v oblasti technológie valivých ložísk rieši predkladaná dizertačná práca, téma je to vysoko aktuálna nielen pre firmu Koyo Bearings Olomouc, pre ktorú bola riešená, ale aj pre teóriu a prax obrábania.

Samotná práca má primeraný rozsah – 108 strán textu vrátane tabuliek a obrázkov + 10 strán príloh, obsahuje tiež zoznam 56 titulov domácej i zahraničnej literatúry, ktorú možno považovať v riešenej oblasti za relevantnú.

Prezentované ciele práce sú zamerané na návrh experimentálneho overenia tvrdého sústruženia vnútorného krúžku valčekového ložiska typorozmeru AG-603-648 po kalení, ako náhrady za dokončovacie brúsenie obežnej dráhy, vo výrobných podmienkach firmy Koyo. Tomu predchádzala analýza súčasnej výrobnéj technológie, kap.2, najmä bezhrotového brúsenia krúžkov, ktorá nedosahuje vysokú produktivitu a ani ekológia brúsenia vzhľadom k nutnosti používania procesnej kvapaliny nie je pritom bez problémov. Taktiež získané funkčné povrchy vyrobené brúsením nie sú pre kontaktné cyklické namáhanie najvhodnejšie, pretože obsahujú zvyškové napätia ťahové, resp. nízke tlakové.

Ďalšia časť práce je venovaná analýze princípov vysokorýchlostného obrábania, kap. 3, so zameraním na sústruženie kalených materiálov, nástrojmi s definovanou geometriou rezného klina a podmienok jeho realizácie vo vzťahu k riešenej problematike. Ide o možné variácie výberu nástrojov, materiálu rezných platničiek a ich geometrie, rezné parametre, konštrukcie upínačov. Z hľadiska vysokých rezných síl pri obrábaní kalených materiálov a málo tuhým tenkostenným ložiskovým krúžkom, navrhnuté, vykonané a odskúšané úpravy segmentovej vulkanizovanej klieštiny MANDO T212 od firmy Hainbuch, kap.4, patria medzi dôležité prínosy práce. V tejto časti práce sú ďalej rozobraté používané kontrolné metódy merania ložiskových krúžkov, kap. 5, ich rozmerovej presnosti, odchýlok geometrického

tvaru a polohy, vlnitosť, drsnosť a tvrdosť a zvyškové napätia. Splnenie predpísaných kvalitatívnych parametrov sú nutnou podmienkou riešenia.

Nosnou časťou práce sú kapitoly 6 až 8 ktoré obsahujú experimentálny plán, vstupné parametre experimentov, jeho postup a realizáciu, výsledky a ich zhodnotenie. Pozitívne možno hodnotiť výber stroja FAMAR SUB160 s vysokou tuhosťou, výber overovaných rezných nástrojov s platničkami na báze kubického nitridu bóru CB7015 – postupne VNGA160408, ďalej CNGX1204L025-18AXA(Xcel) a CNGA120408T01030AWH(Wiper) a variácie rezných parametrov skúšok, rezná rýchlosť  $v_c$  v rozsahu 150 až 200 m/min, posuv  $f = 0,15$  až  $0,35$  mm a hĺbka rezu  $a_p = 0,1$  až  $0,4$  mm. Pri jednotlivých skúškach bola sledovaná dosiahnutá drsnosť povrchu po obrábaní, priamosť a odchýlky kruhovitosti. Výsledky týchto experimentov sú prezentované v záznamoch z jednotlivých meraní a prehľadne v tabuľke č. 5. Postupne, s úpravami rezných podmienok sa dosiahlo pozitívnych výsledkov ktoré spĺňajú predpísané parametre a teda aj ciele práce. Ide o reznú rýchlosť 195 m/min, posuv 0,28 mm a hĺbku rezu 0,1 mm pre platničky P(Wiper) a 0,35/0,25 mm pre platničky S(Xcel), všetko bez použitia procesnej kvapaliny. Tieto výsledky považujem za hlavný prínos práce, pretože umožňujú aplikovať tvrdé sústruženie ako náhradu brúsenia pri výrobe ložiskových krúžkov vo firme Koyo Bearings Olomouc. Pre túto aplikáciu sú aj výsledky meraní zvyškových napätí brúsených a sústružených povrchov krúžkov metódou RTG difraktometrie, kap. 8.5. Namerané podstatne vyššie tlakové napätia po sústružení by mali prispieť k vyššej trvanlivosti ložísk v ich prevádzke. Záver práce, kap. 9, obsahuje stručné zhrnutie dosiahnutých výsledkov, prínosy práce pre prax a pre vedný obor. Môžem konštatovať, že prezentované ciele práce boli splnené v plnom rozsahu. Voči zvolenému postupu riešenia, ani k výsledkom a prezentovaným prínosom nemám podstatných pripomienok, považujem ich za správne a pôvodné.

Z formálneho hľadiska má práca primeranú grafickú i štylistickú úpravu. V súvislosti s prácou možno pozitívne hodnotiť aj publikačnú činnosť dizertanta – čiastkové výsledky publikoval doma i v zahraničí.

Pripomienky a otázky :

1. Z formálnych pripomienok – uhol delta obr. 23, str. 24 sa už nepoužíva pri označovaní primárnej plastickej deformácie, staré označenie parametrov posuvu je aj na prebratých materiáloch na str. 27 a 28, ale aj ďalej.
2. Tiež obrázky princípov bezhrotového brúsenia a tvorby odchýlok kruhovitosti, obr. 13 až 18 mali byť prekreslené klasicky, aj s dotykovými bodmi a príslušnými uhlami.
3. Aký je rozdiel v princípe vytvárania odchýlok kruhovitosti pri bezhrotovom brúsení a pri pozdĺžnom sústružení? Tiež aký je vplyv vstupnej kvality vnútorného priemeru, str. 98, ako technologickej základne, na kvalitatívne výsledky?

4. Použitá rezná rýchlosť pri sústružení kalenej oceli 200 m/min je na hranici vysoko rýchlostného obrábania, aký bol tvar triesky a jej teplota pri experimentoch? Išlo o HSC?
5. Pri realizácii výsledkov experimentov išlo predovšetkým o kvalitatívne parametre, čo je nutná podmienka pre realizáciu vo výrobe. Pre uplatnenie v praxi je potrebné splniť aj ekonomické parametre, byť konkurencieschopný. Možno uviesť, aspoň rámcovo, možné ekonomické prínosy riešenia? Trvanlivosť nástrojov bude mať významný vplyv, aký je jej predpoklad?

**Záver:**

Dizertačná práca splnila stanovené ciele. Z práce plynú nové poznatky. Tieto sú prínosom pre prax i rozvoj vedného odboru. Dizertant metódami riešenia i výsledkami preukázal potrebné teoretické znalosti i schopnosť pre samostatnú vedeckú prácu. Dizertačná práca spĺňa podmienky stanovené §47 Zákona o vysokých školách č. 111/98 Sb., doporučujem ju k obhajobe a po jej úspešnej obhajobe doporučujem Ing. Josefovi Procházkovi udeliť titul PhD.

V Žiline, 11.11.2015

