

Prof.Ing.Zdeněk Kolíbal, CSc.

Vysoké učení technické v Brně
Fakulta strojního inženýrství
Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Technická 2896/2
616 69 BRNO



OPONENTNÍ POSUDEK

disertační práce k získání vědecko-akademické hodnosti philosophiae doctor (PhD)
v doktorském studijním programu: Strojní inženýrství
v oboru: Konstrukční a procesní inženýrství

Autor: **Ing. Martin Morávek**

Název práce: **Výzkum přesnosti pětiosých frézovacích center**

Škola: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní,

Školitel: Doc.Ing.Pavel Bach, CSc..

Školitel specialista: Ing. Otakar Horejš, Ph.D.

Oponentní posudek jsem vypracoval na základě jmenování oponentem proděkanem FS ČVUT v Praze ze dne 5.11.2018.

Předložená disertační práce, která se zabývá výzkumem přesnosti pětiosých frézovacích strojů, je rozdělena do následujících kapitol a dílčích částí:

Anotace;

Seznam použitých symbolů a zkratk;

1. Úvod;
2. Současný stav řešené problematiky;
3. Cíle disertační práce;
4. Vývoj metody pro testování volumetrické přesnosti pětiosých frézovacích center;
5. Aplikace navržené metody na měření změny volumetrické přesnosti při teplotně neustáleném a stavu obráběcího stroje;
6. Postup pro měření a vyhodnocení souboru geometrických odchylek;
7. Ověření navrženého postupu měření a vyhodnocení souboru geometrických odchylek;
8. Závěr;
9. Použitá literatura;
Relevantní publikace autora necitované v disertační práci;
Přílohy.

Na základě podrobné rešerše stávajícího stavu problematiky, provedené v úvodu a v druhé kapitole, stanovuje autor v třetí kapitole tři stěžejní cíle práce jako výsledek tří studovaných bodů stěžejních bodů, které poskytují prostor pro vědecko-výzkumnou činnost v dané problematice pětiosých obráběcích center. Autor vidí tyto problémy v tom, že metodika testování teplotně-mechanického chování dle ISO 230-3 poskytuje značně zjednodušený pohled, není

v současné době dostatečná metodika měření, která by umožňovala popsat chyby posunutí nástroje vůči obrobku v celém objemu pracovního prostoru malých a středních pětiosých obráběcích centrech a konečně že neexistuje prostor pro rychlé změření a vyhodnocení souboru základních geometrických odchylek pětiosého frézovacího stroje, který by umožnil rychlé proměření v jednom časovém bodě z hlediska teplotně-mechanických deformací strojů a vygeneroval kompenzační data, která lze přímo zavést do řídicího systému stroje. Proto předložená disertační práce předpokládá následující stručně shrnuté cíle řešení:

- Návrh vhodné metody pro rychlé a efektivní měření volumetrické přednosti pracovního prostoru malých a středně velkých pětiosých frézovacích strojů;
- Návrh postupu pro rychlé proměření a vyhodnocení souboru základních geometrických odchylek pětiosých frézovacích strojů, aplikovatelný na proměření v jednom časovém bodě;
- Experimentální ověření navrženého postupu.

Ke splnění těchto cílů využívá autor laboratorní aparaturu, kterou pro daný účel dle čtvrté kapitoly navrhnul, v páté kapitole stanovil metodu na měření změny volumetrické přesnosti při teplotně neustáleném stavu obráběcího stroje a s příslušným matematickým aparátem v šesté kapitole stanovil postup pro měření a vyhodnocení souboru geometrických odchylek. V sedmé kapitole tyto atributy ověřil. Závěr práce v osmé kapitole stanovuje přínos a zhodnocení cílů práce.

Na základě prostudování předložené práce lze dospět k následujícímu vyjádření:

Stanované cíle práce byly jako celek splněny a to na základě podrobného a detailního rozboru současného stavu řešené problematiky a zvoleného postupu práce. Teoretický přínos disertační práce je na velmi vysoké úrovni. Praktický přínos spočívá v snadné aplikovatelnosti na široké spektrum pětiosých obráběcích center a přímo poskytuje data pro SW kompenzace geometrických odchylek do řídicího systému stroje. Metodika a postupy řešení práce odpovídaly vytyčeným cílům a to jak v podobě vytvoření měřících pomůcek, tak v jejich aplikaci při měření na konkrétních obráběcích strojích MCU 700 a MU 6300. Z celé práce vyplývá, že disertant má hluboké teoretické znalosti v daném oboru a umí je vhodně prakticky aplikovat.

Formální úroveň práce je na vysoké úrovni, mám připomínku k použití termínu „v jednom časovém bodě“, za vhodnější bych pokládal „v jednom časovém okamžiku“.

K samotné práci některé následující připomínky a otázky:

- Vyjádření nejistoty na str.43-44 se týká komerční sondy MT-Check s výsledkem $U = \pm 6,2 \mu\text{m}$. Neměla být tato hodnota zahrnuta do výsledků v tabulce č.16 na str.113?
- V závěru se píše o aplikovatelnosti pro kompenzace rotačních os. Zkoušel ji disertant aplikovat a znovu ověřit – viz obr.č.77 na str.89 (EX, EY, EZ, EA, EB, EC)?
- Je publikace č.60 (str.130) onou povinnou publikací, představující výsledky práce, která je alespoň již přijata do tisku? Ostatní publikace totiž končí rokem 2017.

Závěrem konstatuji, že disertační práce splňuje všechny náležité zákonné podmínky a po úspěšné obhajobě doporučuji, aby disertantovi byla udělena vědecko-akademická hodnost Ph.D.

V Brně, dne 9.12.2018

Prof.Ing.Zdeněk Kolíbal, CSc.