

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Validace kompenzačního modelu teplotních chyb pomocí testovacího obrobku
Jméno autora:	Bc. Marek Valenta
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav výrobních strojů a zařízení
Oponent práce:	Ing. Petr Kupka
Pracoviště oponenta práce:	TOS KUŘIM – OS, a.s.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Téma teplotních dilatací strojů je pracné. Především je časově náročné z důvodu velkého množství praktických testů na stroji, zpracování velkého množství naměřených dat a vyhodnocení měření do aplikovatelné formy. Navíc je nutné testy při simulaci reálného obrábění, které probíhají přibližně 10 hodin, opakovat a tím validovat naměřené odchylky a ověřit navržené kompenzační algoritmy. U diplomové práce oceňuji rozsah a časovou náročnost během realizovaných testů na stroji.	
Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Diplomová práce splňuje zadání. Autor práce se plně věnuje veškerým bodům osnovy zadání. Jsou zde popsány základní teoretické definice zadaného tématu. Je provedena rešerše testovacích obrobků z celosvětového hlediska. Velmi obsáhlá část je věnována návrhu vhodného typu zkušebního obrobku. Účelem detailní hodnotové analýzy je výběr vítězného návrhu obrobku. Dále je provedeno experimentální obrobení zkušebního dílce, jak bez kompenzačního algoritmu, tak s kompenzačním algoritmem. Poté se autor zabývá obráběním s a bez aplikace řezné kapaliny. Obrobené dílce jsou vždy proměřeny a výsledky vyhodnoceny pomocí tabulek a grafů.	
Zvolený postup řešení	 vynikající
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Student zpracovává a řeší zadaný úkol správným postupem. Začíná teoretickým popisem zvoleného tématu. Pokračuje přes dostupná řešení používaná v praxi. Následuje hlavní téma práce, to je experimentální zkušební obrábění. Práce je zakončena měřením a vyhodnocením výsledků. Zvolenému postupu a metodě řešení práce není co vytknout.	
Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Práce je na velmi dobré odborné úrovni. Během řešení autor vychází z odborných technických publikací a článků, z nichž čerpá inspiraci pro vhodný tvar a velikost návrhu testovacího dílce. Velice chválím tvarovou rozmanitost dílce, která se vyskytuje na reálných obráběných dílcích. Obrábění zatěžuje 2 lineární pohybové osy zároveň. To, že do procesu není zahrnuta 3. osa stroje, není vzhledem k typu, dilataci, a symetrii stroje podstatné. V práci bych uvítal více teoretických vzorců, které charakterizují chování stroje vlivem teplotních dilatací. Popřípadě bych uvítal predikci chování stroje, ale to nebylo hlavním tématem práce.	
Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	

Z formálního hlediska je práce velmi povedená. Jsou tvořeny jednoduché a technicky srozumitelné formulace. Práce je hodně rozsáhlá. Velkou část zaujmají grafické výsledky naměřených dat. Autor se u některých částí mohl více věnovat popisu realizovanému testu. Laikovi nemusí být jasné, jak se finální testovací dílec bude obrábět. V textu jsou drobné technické překlepy a nepřesnosti. (Byl použit nástroj s upínáním HSK-A63, ale v příloze 1 je uveden kužel ISO 50. Na obrázku 15 je znázorněn přejezd na další dráhu nad kusem, ale na obrázku 32 v simulaci dokončovací operace se nástroj posune v ose Y a obrábí dráhu obráceným směrem zpět, jak bylo tedy obrábění realizováno?)

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Autor ve své práci uvedl výčet zdrojů pro svou práci. Odkazy na zdroje jsou vyznačeny.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Nad rámec zadání DP by mě zajímalo, jaké výsledky dilatací by byly naměřeny pomocí bezkontaktních snímačů v případě obrábění v režimu „air cutting“, bez zatížení od. Realizace měření teplotních dilatací pomocí speciálně navrženého obrobku, zajištění nástroje, možnost aplikace řezné kapaliny, atd. je velmi finančně náročné a nemusí být v případě stavby a přípravy stroje pro zákazníka možné realizovat. Z tohoto důvodu by mě zajímalo porovnání obrábění se zatížením včetně pohybu os stroje a statického měření v jednom bodě pracovního prostoru zatížený pouze od hlavního zdroje tepla, od elektrovřetená.

V diplomové práci bych nad rámec zadání uvítal bližší informace ke kompenzačnímu algoritmu aplikovanému na stroji. Vzhledem k tomu, že se jedná o „know-how“ výrobce stroje, tak aspoň teoretický popis algoritmu obzvláště, když testy ukázaly zhoršení v ose Y a odlišnosti při opakovaných testech. V případě osy Z při aplikaci kompenzačního algoritmu bylo naměřeno zlepšení, ale již nebylo diagnostikováno jaký procentuální podíl má elektrovřetená, osa stroje, nahřátí samotného nástroje, atd.

Téma je velmi zajímavé, ale časově náročné, nicméně bych uvítal pokračování prací v oblasti teplotních dilatací strojů a úpravu kompenzačních algoritmů pro další zvýšení přesnosti a stability stroje. Velmi zajímavé by byla realizace obdobných testů i na jiných strojích u jiných výrobců. Doporučuji v dalších pracích na téma navázat a pokračovat ve vývoji a měřených i z důvodu absence normativ pro měření dilatací a vytvořit jednotnou metodiku měření pro další výrobce obráběcích strojů.

Dosažené výsledky závěrečné práce jsou na velmi dobré úrovni.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Celkově hodnotím diplomovou práci stupněm výborně. Obzvláště hodnotím velké množství uvažovaných variant při zkušebních obrobků a vyhodnocení vítězné varianty podle velkého množství kritérií. Velmi časově náročné byly realizované testy na stroji a jejich vyhodnocení. Oceňuji i volbu zadání, která studentovi dává možnost práce na reálném stroji. Práce je dobře srozumitelná a vysvětluje řešené téma bez dalších dotazů a připomínek.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 18.8.2023

Podpis:

