



POSUDEK OPONENTA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

SLOVNÍ HODNOCENÍ

Autor BP: KAMIL SKÁLA

Název BP: VLIV ŘEZNÉHO PROCESU NA ZMĚNU SOUČINITELE PŘESTUPU TEPLA NA POVRCHU STROJE V PRACOVNÍM PROSTORU

Oponent BP: ING. MARTIN MAREŠ, PH.D.

Přístup studenta k řešené problematice

Téma bakalářské práce, vypracované p. Kamilem Skálou, se zabývá experimentálním stanovením součinitele přestupu tepla (dále SPT) na površích stroje (stožanu a vřeteníku), které částečně ohraničují jeho pracovní prostor. V bakalářské práci je popsán průběh experimentů včetně měřících postupů a použité aparatury. Zadání práce stanovuje následující osnovu pro vypracování:

- Rešerše problematiky: stanovení SPT, metody měření nízkých rychlosti proudění vzduchu, vliv změny SPT na teplotní deformace obráběcího stroje.
- Výpočet SPT v pracovním prostoru na základě kritériálních rovnic, návrh experimentů pro posouzení vlivu řezného procesu na změnu SPT v pracovním prostoru stroje, včetně výběru vhodných experimentálních metod.
- Provedení sady technologických zkoušek na frézovacím stroji se senzory pro měření rychlosti proudění. Využití vizualizačních metod proudění vzduchu uvnitř pracovního prostoru stroje.
- Vyhodnocení experimentů – posouzení vlivu řezného procesu na změnu SPT v pracovním prostoru.

Po formální stránce je práce rozdělena do sedmi kapitol. Po stručném představení cílů práce následuje rešerše stavu řešené problematiky a rozbor možností měření a vizualizace rychlosti proudění, uvádějící mimo jiné vztahy pro stanovení kritériálních rovnic. Čtvrtá kapitola se zabývá měřením citlivosti zvoleného anemometru pro měření malých rychlostí. Pátá kapitola je věnována samotnému provedení naplánovaných experimentů na reálném obráběcím stroji. Zbývající kapitoly jsou věnovány zpracování výsledků a krátké závěrečné diskuzi.

Zvolený postup řešení

Stavebním kamenem diplomové práce je provedení experimentů vedoucích ke stanovení SPT na reálném obráběcím stroji během řezného procesu s různými technologickými parametry za použití několika přístupů. Na strukturu stroje byla vhodně umístěna teplotní čidla pro zaznamenávání teplot potřebných k stanovení povrchové teploty vnějšího pláště stroje a povrchu ohraničujícího vnitřní pracovní prostor stroje. K těmto teplotám autor uvádí i informace z teploměrů umístěných v blízkosti několika hlavních zdrojů tepla, které jsou aktivní během řezného procesu. Kalibrovaný anemometr je dále využit pro snímání rychlosti proudícího vzduchu, jehož pohyb zapříčiňuje rotace částí obráběcího stroje a jeho okolního prostředí během technologických zkoušek s odebráním materiálu i zkoušky „naprázdno“ (anglicky *aircutting*, tedy test se stejnými parametry k obrábění ovšem bez úběru materiálu). Druhou použitou metodou k anemometru je vizualizace proudění a výpočet rychlosti pomocí snímání (s dostatečnou vzorkovací frekvencí rekonstrukcí) héliových bublin. Závěrem jsou na základě



experimentálních dat a pomocí kritériálních rovnic stanoveny hodnoty SPT a charakter na stěnách pracovního prostoru stroje dosažené během zmíněných technologických zkoušek.

Dosažené výsledky, jejich přínos a praktické využití

Po určení citlivosti anemometru je tento aplikován na měření rychlosti proudícího vzduchu v pracovním prostoru stroje během technologických testů 1,5kW (výkon včetně při obrábění duralového dílce), 4,5kW a testu „naprázdno“, který odpovídal nastavení (rotace včetně a rychlost pohybu strojních os) 1,5kW s obráběním. Test s anemometrem byl pro každé měření proveden v 6 pozicích tohoto snímače. K těmto měřením je použita i vizualizační metoda za pomoci metody využívající generátor heliových bublin, pulsní laser a výkonnou kameru s velmi krátkou expozicí. Vizualizační metoda byla využita během testu 1,5kW a testu „naprázdno“. Výsledky vizualizace, vzhledem k malým rychlostem proudícího vzduchu, vyšly naneštěstí negativně a nebylo možné z nich rychlost proudícího vzduchu určit a přístup s anemometrickým měřením ověřit. Autor bakalářské práce navrhl řešení aplikací jiné metody stanovení rychlosti proudění. Tyto metody nebyly z důvodu časového pochopitelně již realizovány. Z výsledků analýzy naměřených dat byl výpočet SPT proveden pro vertikální desku stojanu stroje a horizontální desku včetně stroje za pomoci kritériálních rovnic a naměřených dat z testu 4,5 kW. Závěrem je, že SPT pracovního prostoru stroje byl ovlivňován pouze volnou konvekcí.

Vliv proudění zapříčiněného provozem stroje na jeho teplotně-mechanické chování, je autorem bakalářské práce považován za malý. Autor se opírá o naměřené rychlosti okolního vzduchu stroje po pouhém otevření vrat ve výrobní hale, které dosahovaly až osmkrát větších hodnot.

Grafické zpracování a přehlednost práce

Práce zahrnuje 55 číslovaných stran. Toto číslo rozšiřuje grafická přílohy na 2 stranách týkající fyzikálních hodnot pro suchý vzduch při 100kPa. Řazení jednotlivých kapitol víceméně sleduje postup řešení práce.

Grafické zpracování je na průměrné úrovni (popisky a legendy některých grafů jsou příliš malé a při horší kvalitě dokumentu by mohly být hůře čitelné, chybí důsledné popisy fotografií). Celá práce z pohledu přehlednosti mírně ztrácí v nesouslednosti experimentů a výpočtů, jazykové úrovni a úpravě a nedostatečné četnosti odkazů.

Připomínky k diplomové práci

Jako minoritní nedostatek hodnotím jazykovou úpravu práce čítající věty málo popisné či nedávající smysl (např. předposlední věta na straně 36, popis výsledků experimentu na straně 38, či první věta na straně 39). Ve dvou případech chybí zásadní odkaz na konkrétní obrázek (strana 46 a strana 48). Práce tak naneštěstí působí dojmem, že si ji autor po sobě před odevzdáním ani nepřečetl. Některé obrázky nemají v sobě a k sobě uvedené popisky (např. Obr.14 nevypovídá nic o tom, kde jsou čidla umístěna, chybí lokalizace jejich poloh. Obr 24 obsahuje teploty, které nebyly zjevně v textu dříve definovány. Obr 28 a 29 jsou bez popisu, co na nich má být nalezeno, prakticky zbytečné. K přehlednosti by přidalo vyznačení v Obr. 34 hraniční hodnoty. Obr. 37 obsahuje chybné označení os). Chybí také důkladnější odkazy na použitou literaturu a to především v rešeršní části práce. Práce umístěním experimentu za 4kW výkonu včetně až v kapitole „Výpočet SPT“ (zatímco ostatní testy jsou uvedeny v příslušné kapitole „Měření na obráběcím stroji“) působí mírně neuspořádaně.



Závažnějším nedostatkem je nedostatečné vysvětlení získání kompletních průběhů výsledných SPT v grafech na Obr 34, 35, 37, 38 a 39 a strohá diskuze dosažených výsledků a závěrů.

Ačkoliv je v průběhu práce několikrát zmíněno, že „cílem diplomové práce bylo experimentálně stanovit součinitel přestupu tepla“, jasné definování motivace (čím může být znalost SPT užitečná) v práci v podstatě chybí.

Otázky na studenta k zodpovězení u obhajoby

1. Jaká je motivace pro stanovení SPT na povrchu obráběcího stroje?
2. Jak byly získány průběhy z grafů na Obr 34, 35, 37, 38 a 39?
3. Proč je v práci uveden Obr 38 znázorňující průběh SPT nucené konvekce na povrchu vřeteníku?

Závěrečné hodnocení

Bakalářská práce reflektuje aktuálních potřeby ve zlepšování užitečných vlastností obráběcích strojů. Nabízí výsledky uplatnitelné v rozklíčování složitého, komplexního, teplotně-mechanického chování obráběcích strojů. I přes komentované nedostatky práce přináší zajímavou analýzu významu změny součinitele přestupu tepla na povrchu stroje v pracovním prostoru během rezného procesu. Autor bakalářské práce prokázal schopnost samostatné práce a systematičnosti s výsledkem v budoucnu využitelným v technické praxi.

Prohlášení:

Bakalářská práce splňuje zadání a doporučuji ji k obhajobě.

.....
Datum

.....
Podpis oponenta

Kontakt na Oponenta:

ČVUT, FS, Ústav výrobních strojů a zařízení, Horská 3, 12800 Praha 2,
M.Mares@rcmt.cvut.cz



POSUDEK OPONENTA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

NÁVRH KLASIFIKACE

Autor BP: KAMIL SKÁLA

Název BP: VLIV ŘEZNÉHO PROCESU NA ZMĚNU SOUČINITELE PŘESTUPU TEPLA NA POVRCHU STROJE V PRACOVNÍM PROSTORU

Oponent BP: ING. MARTIN MAREŠ, PH.D.

NÁVRH KLASIFIKACE:

Jednotlivá hlediska zpracování diplomové práce navrhuji klasifikovat¹:

Hlediska hodnocení	A (1) Výborně	B (1,5) Velmi dobře	C (2) Dobře	D (2,5) Uspokojivě	E (3) Dostatečně	F (4) Nedostatečně
Splnění požadavků a cílů		x				
Odborná úroveň práce ²			x			
Pracnost a variantnost řešení ³			x			
Úroveň seznámení se stavem problematiky ⁴		x				
Uspořádání a úprava, jazykové zpracování ⁵					x	

Diplomovou práci navrhuji klasifikovat známkou⁶:

A (1) Výborně	B (1,5) Velmi dobře	C (2) Dobře	D (2,5) Uspokojivě	E (3) Dostatečně	F (4) Nedostatečně
			x		

.....
Datum

.....
Podpis opONENTA

¹ Hodnocení označte X v příslušném políčku klasifikačního stupně.

² Hodnocení odborné úrovně práce by mělo zohlednit i množství a vážnost chyb vyskytujících se v práci.

³ Hodnocení pracnosti by mělo zohlednit podrobnost zpracování (např. konstrukční nebo výpočtové) vlastního řešení, více variant vlastního řešení nebo zpracování většího objemu naměřených dat.

⁴ Hodnocení úrovně seznámení se stavem problematiky by mělo zohlednit zaměření řešerše na řešenou problematiku a využití tuzemské a zahraniční literatury a ověřených informačních zdrojů.

⁵ Hodnocení uspořádání a úpravy by mělo zohlednit logiku členění práce do kapitol, grafickou podobu a celkovou úpravu práce, množství pravopisných chyb a celkový styl vyjadřovacího projevu.

⁶ Výslednou klasifikaci stanovte jako aritmetický průměr hodnocení s přihlédnutím k celkové úrovni práce.