

Oponentský posudek disertační práce doktoranda Ing. Jaroslava Kovalčíka

Predikce silových parametrů řezného procesu při frézování

Doktorand Ing. Jaroslav Kovalčík předložil disertační práci v celkovém rozsahu 134 stran, 12 příloh, s rozsáhlým přehledem citované literatury (1032 odkazy) včetně seznamu autorových publikací týkajících se tématu práce v počtu 16.

Disertační práce se zabývá predikcí silových parametrů řezného procesu při frézování a návrhem softwarové aplikace pro predikci těchto parametrů. Vytvořená aplikace může pomoci technologům při výběru vhodných nástrojů, operací i strojů, včetně rychlého stanovení základních parametrů řezného procesu. Navržený model byl ověřen porovnáním vypočtených a experimentálně naměřených hodnot.

Cíle vytyčené pro disertační práci byly splněny ve všech bodech od návrhu matematického modelu pro predikci aktuálních, středních i maximálních hodnot řezné síly, potažmo i dalších parametrů charakterizujících dynamiku řezného procesu, jako je řezný příkon a krouticí moment, až po jeho experimentální ověření.

Při rozboru současného stavu se doktorand věnoval silovým účinkům při frézování, měření sil a pečlivě mapoval problematiku modelování a simulace řezného procesu. Dále se soustředil na predikci zatížení včetně s ohledem na efektivní hodnoty krouticího momentu a výkonu. Vzhledem k dílčímu cíli disertační práce, ověření vytvořeného modelu na základě praktických měření, provedl rovněž rozbor plánování experimentů.

Teoretický přínos disertační práce je v návrhu matematického modelu, který zahrnuje výpočet šířky a aktuální tloušťky odřezávané vrstvy, které jsou velmi důležité pro velikost měrné řezné síly a potažmo krouticího momentu a řezného příkonu. Podrobně řeší záběrové poměry, jak pro rovnou část bříty, tak i pro zaoblenou část bříty a dále i výpočet aktuálních hodnot řezné síly pro záběr jednoho zubu i při větším počtu zubů v záběru. Pro modelování rovněž detailně rozebírá výpočet počátečního a koncového úhlu záběru při různých způsobech frézování.

Praktický přínos disertační práce je v ověření navrženého modelu na základě experimentálních měření při frézování hliníkové slitiny EN AW 7075, titanové slitiny Ti6Al4V a nelegované oceli C45. V zobecnění modelu o další charakteristiky řezného procesu ovlivňující velikost měrné řezné síly, jako je změna úhlu čela či odlišná mez

pevnosti obráběného materiálu. Dále i v dílčím zpřesnění o vliv opotřebení nástroje. Navržená softwarová aplikace umožňuje predikci zatížení včetně výpočtem efektivních výkonů a krouticích momentů i jejich maximálních hodnot. Aplikace umožňuje ukládání položek a vytvoření vlastní databáze strojů, nástrojů i obráběných materiálů pro další využití při modelování.

Doktorand při řešení použil metody vhodné pro modelování a monitorování silových parametrů řezného procesu při frézování. Tyto následně ověřil pro vybrané materiály i základní geometrii břitů a způsoby frézování na třech materiálech při použití vybraných nástrojů.

Rovněž při volbě metod při modelování i jejich aplikacích v rámci experimentálního ověřování prokázal doktorand vhodnost jejich výběru na základě předchozího rozboru současného stavu při soustředění se na podstatu problémů.

Řešením cílů disertační práce prokázal doktorand vysokou odbornost a schopnosti, jak v teoretické, tak i praktické části.

Práce je pečlivě zpracována, na vysoké grafické úrovni, je však škoda, že i přesto se nepodařilo vyvarovat se několika chyb a drobných nepřesností.

Dotazy a připomínky:

1. Při experimentálním zjišťování materiálových konstant (str. 50 až 55) postrádám přesnější popis experimentu.
2. Má řezná rychlost u titanové slitiny výrazný vliv na velikost měrné řezné síly (str. 64)?
3. Nedojde u měrné řezné síly a energetické náročnosti na úběru (grafické závislosti tab. 49 a 50) k jejím změnám v souvislosti s opotřebením nástroje?

Disertační práci doporučuji k obhajobě.

V Praze dne 30. 4. 2020

Ing. Vítězslav Rázek, CSc.

Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie

Fakulta strojní ČVUT v Praze