

OPONENTNÍ POSUDEK

disertační doktorské práce:

Ing. Jan GRAU

„VLIV PODDAJNOSTI POHONŮ NA SAMOBUZENÉ KMITÁNÍ PŘI OBRÁBĚNÍ“

Předložená disertační práce byla vypracována v kombinované formě doktorského studia na Ústavu výrobních strojů a zařízení Fakulty strojní ČVUT v Praze. Práce je vypracována v doktorském studijním programu Strojní inženýrství, v oboru Konstrukční a procesní inženýrství. Rozsah práce je 116 stran, které jsou rozděleny do osmi kapitol, včetně seznamu literatury spjaté s problematikou disertace a publikací autora prezentujících jednak samotné výsledky disertace, tak i blízká témata z rozsáhlé odborné oblasti samobuzeného kmitání. Rozsah práce odpovídá jejímu zaměření.

V přehledu publikovaných prací autora je uvedeno celkem osm příspěvků, které jsou předloženy v technických publikacích nebo výzkumných zprávách. Autor tak splňuje potřebné nároky na prezentaci výsledků své práce.

Téma disertace lze charakterizovat jako velice aktuální a stále dokonale neprobádané. Hledání metod omezujících vznik kmitání při obrábění je trvalou činností výzkumných týmů zabývajících se procesy třískového obrábění. Omezení samobuzených kmitů má zásadní význam na kvalitu povrchu obráběných dílců a životnost nástrojů. Disertace se zaměřuje na vliv poddajnosti pohonů, která je v procesu obrábění neprozkoumanou oblastí. S ohledem na tak rozsáhlou technologickou problematiku, která je v disertaci vztažena na vybrané procesy soustružení a frézování, má disertační práce ambiciózní cíle. Zcela jistě jde o řešení komplikované, které ve výrobní praxi není ani tak založeno na jednotlivých vlivech působících na poddajnost pohonů, ale na jejich mnohočetných kombinacích, které se velmi často v případech obrábění rozličných dílců a konstrukce NC os mění.

V kapitole 1 se disertace zabývá současným stavem problematiky samobuzeného kmitání. Rešerše je přiměřeně rozsáhlá a dostatečně přehledná. Svojí strukturou uvádí do problematiky disertace i méně informované čtenáře. Kapitola prokazuje, že se autor dostatečně intenzivně zabýval celou škálou příčin vzniku samobuzených kmitů.

Disertační práce si v kapitole 2 definuje hlavní cíl, jehož bude dosaženo řadou sedmi dílčích cílů. Řešení dílčích cílů 4 a 5 je zcela původní práce disertanta. Rovněž

na tomto místě správně autor deklaruje, že regulace pohonů se matematicky jeví jako mechanický systém se svojí poddajností a tlumením. Současně jsou zde definovány dvě typické skupiny, resp. typy strojů, na kterých budou provedeny experimenty. I zde souhlasím s názorem autora, že cílem práce, resp. matematického popisu, je jakási první iterace řešení, která poslouží pro další rozsáhlejší výzkum. Všechny stanovené cíle disertační práce tedy považuji za splněné a souhlasím s jejich shrnutím v závěru práce.

Teoretický a praktický přínos disertační práce včetně vhodnosti použitých metod řešení a jejich způsobu aplikace na zvolená témata považuji za správné a tedy dostačující. V závěru disertační práce jsou tyto metody a postupy řešené problematiky shrnuty. Rovněž disertant navrhuje postup pro další výzkum. Velmi kladně hodnotím provedené experimenty, která byly jistě časově a materiálně náročné. Demonstrují vysokou odbornou a materiální úroveň pracoviště, na kterém byla problematika řešena.

Po formální stránce je práce velmi pěkně zpracována. Jedinou nepodstatnou výhradu mám k tomu, že disertační práce není vytištěna oboustranně. Tenčí výtisk by rozhodně nesnížil její kvalitu. Rovněž u některých obrázků (Obr. 59 - 61) by byl vhodnější popis funkčních os v jednotkách [mm].

Otázky na disertanta při obhajobě:

1.

Obečná diskuse ke kapitole 6.2 na straně 67.

Čím je způsobena trvalá polohová chyba? Je to vysokou poddajností nebo pasivními odpory? Jak by se stejná konfigurace osy chovala v režimu přímého odměřování? Skok rychlosti je v pohybech řízených os zcela nevhodný. Existuje jiná přechodová funkce s vhodnějšími průběhy časových derivací (1. a 2.)? Jaká by byla v tomto případě modelová realizace řízení osy (NC program, PLC)? Příkladem by mohla být aplikace soustružení čela mezikruhového tvaru.

2.

Správně je deklarována podobnost systému silového přenosu v samotném servopohonu, resp. vlastnost elektromagnetické vazby stator/rotor s mechanickým poddajným systémem. V čem podoba spočívá a jaká je hlavní odlišnost? K čemu by se tato vlastnost dala využít, myšleno v jiných případech než je vznik samobuzených kmitů?

3.

Ve všech případech je předpokládán kaskádní systém regulace servopohonu NC osy. Bylo uvažováno modelově i s jinou odlišnou strukturou regulace, resp. se zásahy do kaskádní struktury (i když to samozřejmě u komerčních CNC systémů není možné)?

4.

Jaká by byla vaše reakce v případě, že jste účastníkem výrobního procesu a vyskytne se ve výrobě na komerčním CNC stroji (soustruh, frézka) problém se samobuzenými kmity, které nedovolují výrobu s požadovanou kvalitou povrchu a kde řešením není úprava regulačních konstant v servoměniči.

Závěrem konstatuji, že disertant prokázal ovládání vědeckých metod práce, má hluboké znalosti v oboru konstrukčního a procesního inženýrství a jeho disertační práce přinesla původní nové vědecké výsledky. Proto **doporučuji disertační práci k obhajobě a udělení titulu Ph.D.**

Liberec, 28. 7. 2021

doc. Ing. Petr Jirásko, Ph.D.
VÚTS, a.s., Liberec