

Recenzný posudok dizertačnej práce

Technická univerzita v Liberci
Fakulta strojná

Názov dizertačnej práce:	Systém pohonu malopriemerového pletacieho stroja
Studijný obor:	2302V010 Konstrukce strojů a zařízení
Autor dizertačnej práce:	Ing. Josef Skřivánek
Vedúci dizertačnej práce:	Doc. Ing. Martin Bílek, Ph.d.
Recenzent:	Dr.h.c. doc. Ing. Oto Barborák, CSc

Dizertačná práca je zameraná na problematiku pohonu malopriemerového pletacieho stroja.

Cieľom práce je:

- návrh nového systému pletacieho stroja so samostatným pohonom ihlového valca, prístrojového taniera a strihacieho kotúča,
- zhotovenie skúšobného zariadenia (funkčného modelu) k overeniu funkčnosti a spoľahlivosti výsledku riešenia.

Dizertačná práca má 104 strán, 6 kapitol a 6 príloh (A-F)

Kapitola 2 – sa zaoberá súčasným stavom vo zvolenej problematike, je spracovaná veľmi jasne a prehľadne, je zrejme veľmi dobrá práca s odbornou literatúrou.

Kapitola 3 – cieľ práce logicky nadväzuje na vykonanú analýzu práce pletacieho stroja a jeho jednotlivých členov (prístroj cca 5%, strihací kotúč cca 50%, ihlový valec 100%). Navrhnutie riešenia individuálnych pohonov uvedených častí sa prejaví v konštrukcii stroja i v mechanických aspektoch pohybov týchto častí.

Kapitola 4 – matematický model a stanovené predpoklady dostatočne vystihuje a charakterizuje celý systém a dynamické vplyvy jednotlivých pohybujúcich sa častí. Rovnice 4.1 – 4.19 matematicky popisujú chovanie systému z pohľadu energetického zaťaženia nadväzne na jeho „mechaniku“ (kinematika, momenty zotrvačnosti, ...). Obsah kapitoly, rozbor mechanických vplyvov, využitie metódy redukcie, vykonanie meraní a spracovanie ich výsledkov ako i energetická bilancia /str.58/ sú na veľmi dobrej úrovni (podporené i odbornými publikáciami).

Túto kapitolu a jej obsah považujem za veľký pedagogický a vedecký prínos tejto dizertačnej práce.

Kapitola 5 – sa zaoberá návrhom novej štruktúry pohonu rozhodujúcich častí malopriemerového pletacieho stroja, ktorý predpokladá samostatné pohony troch hlavných častí. Návrh je podporený „matematickým aparátom“, ktorý zohľadňuje

podstatné aspekty pre výpočet dynamických parametrov navrhovaného riešenia. Z porovnania technických parametrov pôvodného a navrhovaného riešenia vyplývajú významné prínosy nielen v znížení negatívnych vplyvov z pohľadu „mechaniky systému“, ale sa prejavajú i v teoretickom znížení spotreby elektrickej energie na výrobu 1 ponožky – cca 10% (konkrétny prínos vyplynie priamo z reálnych výrobných podmienok, z pohľadu početnosti výroby to bude významný prínos pre užívateľa pletacieho stroja. Obsah kapitoly 5.3 (skúšobné zariadenie) nadväzuje na teoretické rozbor a výpočty v predchádzajúcich kapitolách.

Celá kapitola 5 je spracovaná na veľmi dobrej úrovni z pohľadu obsahu, štruktúry i rozsahu.

Kapitola 6 – (záver) vystihuje podstatu riešenia a získané výsledky v dostatočnom rozsahu a kvalite. Riešeniu bol udelený patent č. 303578, čo tiež svedčí o veľmi dobrej kvalite navrhovaného riešenia. I predpoklad využitia riešenia v konštrukcii pletacích strojov a odporúčania pre ďalší vývoj sú pozitívom tejto dizertačnej práce. I tieto skutočnosti poukazujú na hlboké teoretické znalosti študenta vo zvolenej problematike.

Práca a odbornou literatúrou a publikačná činnosť študenta

Študent sa uvedenou problematikou zaoberá už viacej rokov, o čom svedčí i jeho publikačná činnosť v odborných časopisoch ACC Journal a AUTEX (IF, 2012 - 0,405) a na medzinárodných konferenciách. Významným prínosom práce je i udelenie 2 patentov a 1 užitého vzoru. Využívaná odborná literatúra je z pohľadu problematiky a obsahu aktuálna.

Záver

Dizertačná práca je zameraná na návrh nového systému pohonov 3 rozhodujúcich častí malopriemerového pletacieho stroja. Obsah práce, jej štruktúra, zvolená metóda riešenia a prezentácie výsledkov riešenia a ich grafické spracovanie, odborná úroveň, dosiahnuté výsledky z experimentálneho overovania a formulované závery sú na veľmi dobrej úrovni a môžu byť využité pre ďalšie vedecké bádanie a v pedagogickej činnosti. Téma dizertačnej práce je aktuálna a jej ciele považujem za splnené.

Prácu odporúčam k obhajobe

Otázka k obhajobe

1. Ako sa prejaví v konštrukčných parametroch zmena silového pôsobenia na priamom prevode medzi kolesami $0(I_0)$ a $1(I_1)$ - obr. 4.1 (súčasný stav) a kolesami $0(I_{CP})$ a $1(I_{C1})$ - obr. 5.8 (modifikovaný systém) vzhľadom na zmenu zaťaženia v tomto prevodovom uzle?

Trenčín, 26.5.2016

Oponentský posudek doktorské disertační práce

Doktorand: Ing. Josef Skřivánek
Název práce: Systém pohonu maloprůměrového pletacího stroje

Předložená disertační práce se zabývá novým elektronickým systémem pohonu maloprůměrového pletacího stroje. Disertační práce má 151 stran včetně příloh a dodatků, z toho vlastní text činí 105 stran. Práce je rozdělena do šesti kapitol, seznamu literatury a na dodatky.

Struktura disertační práce je následující. V úvodní kapitole jsou vysvětleny základní pojmy týkající se stavby a charakteristiky pletenin, včetně základního rozdělení pletacích strojů. V druhé kapitole je provedena analýza současného stavu pohonů maloprůměrových pletacích strojů. Analýza obsahuje popis vlastní problematiky pohonu s patentovým průzkumem a dále jsou rozebrány systémy pohonů jednotlivých principů dle hlavních výrobců. V závěru kapitoly je zhodnocen patentový průzkum a současný stav techniky v tomto oboru. Ve třetí kapitole je na základě předchozích informací definován cíl práce. Čtvrtá kapitola se zabývá rozbohem současného stavu pohonů maloprůměrových pletacích strojů *Ange* výrobce *Uniplet Třebíč, a.s.* Jde o dynamickou analýzu na základě matematického diskrétního modelu s poddajnými vazbami a tlumením, resp. sestavení pohybových rovnic a jejich numerické řešení. Pátá kapitola se zabývá dynamickou analýzou modifikovaného pohonného systému, který je navržen autorem včetně návrhu a měření na zkušebním zařízení. Šestá kapitola v závěru shrnuje výsledky teoretické i experimentální části disertační práce. Po závěru následuje seznam literatury s publikacemi autora, výčet patentů a užitečných vzorů, články zveřejněné v odborných časopisech a na konferencích. V konečné části disertační práce je šest příloh, které dokumentují řešení a experimenty.

Aktuálnost tématu disertační práce

Aktuálnost tématu je zřejmá. Současné stroje zpracovatelského průmyslu zažívají inovační cyklus, který spočívá v aplikacích samostatných řízených servopohonů v podobě elektronických vaček. Jde tedy o aplikace, které využívají pružné změny pohybových funkcí pracovních členů výrobních mechanismů. Tomuto tématu se disertační práce věnuje, a proto její téma považují za aktuální.

Splnění cíle disertační práce

Disertační práce si ve třetí kapitole stanovuje cíl, kterým je nalezení nového a efektivního pohonu maloprůměrového pletacího stroje, který není doposud použit. Cíl práce byl splněn a je potvrzen patentem č. 303578 a užitným vzorem č. 23182.

Zvolené metody zpracování problematiky disertační práce

Zvolené metody disertační práce jsou v principu vhodné, i když na několika místech nedostatečně specifikované, resp. neúplně definované. Konkrétní připomínky a dotazy budu konkretizovat v níže uvedeném odstavci. Rozbor stavu současné problematiky je vzhledem k rozsahu jádra práce rozsáhlý, ale vzhledem ke složitému okruhu problémů pletacích strojů je pochopitelný. Matematický model pohonu stroje a jeho následné ověření na zkušebním standu je rovněž správné. Uvedení odpovídajících grafických výstupů v hlavní části práce a v přílohách je dostatečně ilustrativní.

Výsledky disertační práce

Výsledky disertační práce v dostatečné míře pokrývají problematiku pohonu maloprůměrových pletacích strojů analýzou současného stavu jednoho pohonu klasickým asynchronním motorem s mechanickým rozvodem ozubenými převody a novým návrhem pohonu řízenými servomotory. Novost principiálního řešení nového systému pohonu je potvrzena udělením patentu č. 303578 a užitného vzoru č. 23182.

Význam pro obor „Konstrukce strojů“

Pro obor konstrukce strojů je disertační práce přínosem ve směru, ve kterém se prolínají metody konstrukce s matematickými modely a metody řízení programovatelných servopohonů, resp. aplikace elektronických vaček. V současné době tato problematika spadá do širší oblasti nazývané *mechatronika*. Význam tohoto přístupu k řešení konstrukce výrobních strojů bude v budoucnu rozhodovat o konkurenceschopnosti výrobních programů firem. Podobný přístup si rovněž vyžádá malosériovost produktů, která v pohonech pracovních členů výrobních strojů zpracovatelského průmyslu představuje pružnou změnu pohybových funkcí.

Formální úroveň práce

Po ryze formální stránce je práce zpracována pečlivě, i když se místy vyskytují zbytečné formální chyby, např. konstanty C0-C3 ... na straně 42.

Připomínky a otázky na disertanta při obhajobě

Připomínky a otázky kladu z důvodu nepochopení některých souvislostí, které by měly být, podle mého názoru, v disertační práci rozvedeny podrobněji a očekávám jejich vysvětlení při obhajobě.

1.

V práci není dostatečně zřetelně popsána analýza polohových chyb vlastních pracovních členů samostatně a ve vzájemné součinnosti. Protože polohová chyba servomotoru je díky poddajné elektromagnetické vazbě stator/rotor principiální (její velikost je funkcí vnějších sil, dynamické zátěže a parametrů regulace), domnívám se, že je tato analýza pro možnou náhradu klasického pohonu servomotory zásadní. Jaká je tedy skutečnost?

2.

V Lagrangeově rovnici II. druhu ((4.1), str. 35) chybí nekonzervativní zobecněná síla. To souvisí i s počtem pohybových rovnic, kterých je pět ((4.23) až (4.27), str. 39), ale počet stupňů volnosti diskrétního modelu stroje je šest. Jde o formální záležitost, ale měla by být v disertační práci vysvětlena. Obecný popis soustavy (pohybové rovnice) by měl řešit i rozběh stroje. Jak by byl rozběh stroje řešen?

3.

V kapitole 4.1.2. bych uvítal bližší vysvětlení pojmu *virtuální vačka* a s tím související realizaci zdvihové závislosti podle obr. 4.3.

4.

Možná matoucí je na str. 42 termín *Kinematické veličiny pohonu pro oblasti rozběhu a doběhu soustavy*. Rozběh a doběh soustavy budí dojem, že jde o rozběh a doběh stroje při spuštění a zastavení (jde samozřejmě o úseky zdvihové závislosti s kladnou/zápornou 1. derivací).

5.

Vůle v matematickém modelu jsou řešeny podle obr. 4.4 blokem „Dead Zone“? Na jakém principu tuto problematiku vůlí sw Matlab řeší? Problematika vůlí je v diskrétních modelech důležitá. V disertační práci by mělo být řešení vůlí principiálně popsáno. Proč na pletacím stroji není problematika vůlí řešena např. dělenými ozubenými koly?

6.

Na obr. 4.6 a dalších (např. na obr. 4.15 a obr. 4.17, dále v přílohách) musí být osa X časová. Úhlová rychlost, krouticí moment nebo příkon nejsou funkcemi polohy, ale jsou funkcemi času. Mají funkce na uvedených obrázcích jinou logiku?

7.

Na obr. D2-3 (str. D2-125) je srovnání zrychlení s polynomem 3. a 7. stupně (viz poznámka 6.). Je graf opravdu správně? Rozdíl úhlů zdvihu je 9° , ale větší úhel zdvihu není z obrázku patrný.

8.

S použitím přechodových funkcí souvisí (viz 7.) otázka, proč nebylo použito polynomu 5. stupně, který je pro většinu aplikací dostačující díky spojitosti 2. derivace (i když má nespojitost ve 3. derivaci). Tato otázka, jakého stupně polynomu přechodové funkce má být použito, měla být diskutována a odzkoušena na matematickém modelu a následně na standu. Velikost 2. derivace zásadně ovlivňuje požadovaný moment po servomotoru a ovlivňuje tak velikost polohové chyby servopohonu včetně jeho výběru.

9.

Modelové zařízení pochopitelně odpovídá možnostem fakulty. Přesto se polohová chyba jeví jako značně veliká (viz. obr. 5.17 a obr. 5.22, rovněž souvisí s otázkou v bodě 1). Měl použitý řídicí systém možnosti dopředných vazeb rychlosti a momentu, resp. měl možnost kromě zpracování dat polohy i možnost zpracovat data 1. a 2. derivace zdvihové závislosti? Domnívám se, že v práci měla být i úvaha o možnostech současných průmyslových kontrolerů (PLC), které by některé „neduhy“ zkušebního standu řešily. Průběh polohové chyby vypovídá o tom, že elektromagnetická vazba servomotoru byla značně poddajná. Byl regulátor rychlosti a proudu opravdu PI (proporcionálně-integrační)?

10.

Nárůst polohové chyby pod provozními otáčkami (viz odstavec závěru na str. 95) je zdůvodněn provozní charakteristikou použitého pohonu. Toto je třeba vysvětlit.

11.

Nasazení servopohonů přináší značně zvýšené náklady. I když bylo zaznamenáno 10ti procentní snížení energetické náročnosti, práce by měla obsahovat stručný rozbor zvýšených nákladů a jejich návratnost. Jaká je tedy ekonomická skutečnost?


12.

Přinášejí řízené servopohony i jiné výhody, než je snížení energetické náročnosti? Lze využít pružné změny zdvihové závislosti ke zvýšení produkce nebo ke změně sortimentu pletení?

Závěr

Disertant prokázal, že ovládá vědecké metody práce a má hluboké teoretické znalosti v oboru konstrukce strojů. Jeho disertační práce přinesla původní výsledky a nové poznatky, které byly publikovány a jejich originalita byla předmětem uděleného patentu a užitého vzoru. **Navrhuji přijmout disertační práci k obhajobě a v případě úspěšné obhajoby doporučuji udělení akademického titulu Ph.D.**

Liberec, 28. 5. 2016


prof. Ing. Miroslav Václavík, CSc.
VÚTS, a.s.
Liberec

Oponentský posudok dizertačnej práce

Ing. Josef Skřivánek: Systém pohonu malopřůměrového pletacího stroje

Doktorand sa v práci venuje problematike pohonovej sústavy malopriemerových pletacích strojov. Prezentuje novú pohonovú sústavu rozdelenú na tri individuálne ovládané časti s tromi riadenými navzájom elektronicky spriahnutými pohonmi (motormi). Porovnáva jej dynamické charakteristiky (hlavne polohovú odchýlku medzi ihlovým valcom a prístrojom) s charakteristikami existujúcich štandardných pletacích strojov s jedným pohonom. Okrem počítačových simulácií pomocou programových systémov Matlab a Simulink prezentuje i zjednodušený skúšobný model novej pohonovej sústavy, ktorý umožnil porovnať výsledky numerických simulácií s experimentálne získanými výsledkami (bez rešpektovania vôlí v prevodových mechanizmoch). Riešená pohonová sústava je patentovaná, pričom jedným zo spoluautorov patentu je i autor dizertačnej práce. Práca je aktuálna ako z teoretického, tak i praktického hľadiska. Z hľadiska teoretického ide o kinematickú a hlavne dynamickú analýzu zložitej pohonovej sústavy s rešpektovaním vôlí v ozubeniach i ďalších vplyvov. Z hľadiska praktického ide o vytvorenie pohonovej sústavy, ktorej dynamické vlastnosti sú výrazne lepšie ako u existujúcich pohonových sústav a navyše s nižšími energetickými nárokmi.

Dizertačná práca má 151 strán vrátane príloh (45 strán) a je logicky rozdelená do siedmich kapitol. Obsahuje i Publikácie autora, Patenty a úžitkové vzory a Zoznam príloh.

V Úvode autor práce prezentuje stručný, ale výstižný prehľad riešenej problematiky v širších súvislostiach od dávnejšej minulosti až po súčasnosť. Definuje základné pojmy z oblasti pletenín a uvádza základné rozdelenie pletacích strojov.

V 2. kap. sa analyzuje súčasný stav v ČR i v zahraničí. Je zrejmé, že doktorand má v danej problematike veľmi dobrý prehľad, vrátane patentového prieskumu. Poukazuje na problémy vôlí v mechanických prevodoch a z toho plynúce rázy s nepriaznivými účinkami na odchýlky polohy. Pozornosť venuje možnosti nahradenia klasických pohonov pomocou riadených pohonov (servopohonov), čím sa pohonové sústavy stávajú mechatronické, pričom dochádza i k úsporám energie.

V 3. kap. sú definované ciele dizertačnej práce: vytvorenie novej štruktúry pohonovej sústavy s individuálnym ovládaním ihlového valca, prístroja a strihacieho kotúča pomocou riadených pohonov. Druhým cieľom je vykonanie dynamickej analýzy existujúcej a novej pohonovej sústavy s cieľom porovnania ich dynamických charakteristík a energetických nárokov. Tretím cieľom je návrh skúšobného zariadenia pre experimentálne potvrdenie simulačných (numerických) výsledkov. Posledným cieľom je návrh individuálnej pohonovej sústavy strihacieho kotúča. Pre väčšiu prehľadnosť mohli byť ciele práce uvedené v bodoch.

4. kap. je venovaná detailnej silovej a dynamickej analýze štandardnej pohonovej sústavy. Vytvorený matematický model rešpektuje i vôle v ozubených prevodoch a tiež torznú poddajnosť niektorých členov sústavy, ale len veľmi približne. Rov. (4.21) je nejasná.

Teoretickým predpokladom rázu vznikajúcom pri vymedzení vôle sa však nevenuje pozornosť. Problematika by bola ešte podstatne náročnejšia, ak by sa uvažovala i (premenná) tuhosť zubov a prípadne i tlmenie. Pre nelineárne matematické modely by mohli byť odozvy systému nielen harmonické, ale i periodické, subharmonické, quasiperiodické či chaotické. I keď je zrejmé, že riešenie týchto problémov nebolo cieľom práce, mohol autor aspoň stručne naznačiť zložitosť problematiky. Obr. 4.4 mohol byť aspoň stručne opísaný. Nie je vysvetlená rov. (4.37) a uvažovanie účinností vo vzťahoch pre kinetickú energiu, rov. (4.39).

Podstatnou v práci je piata kapitola venovaná dynamickej analýze modifikovanej pohonovej sústavy. Je tu odvodený jej matematický model a porovnané výsledky pre zdvihovú závislosť tretieho a siedmeho stupňa, pričom sa konštatuje pokles amplitúd kmitania členov pohonovej sústavy pre zdvihovú závislosť siedmeho stupňa a zníženie dynamických odchýliek (hlavne medzi ihlovým valcom a prístrojom). Porovnaním dynamických analýz štandardnej a modifikovanej pohonovej sústavy sa konštatuje u druhej výrazné zlepšenie dynamických charakteristík a v dôsledku zníženia momentov zotrvačnosti jednotlivých členov došlo i k zníženiu spotreby elektrickej energie.

Súčasťou piatej kapitoly je i odstavec venovaný návrhu skúšobného zariadenia a meraniu, ktorého hlavným cieľom je experimentálne zistenie maximálnej polohovej odchýlky medzi natočením ihlového valca a prístroja ako pre prípad štandardnej tak i modifikovanej pohonovej sústavy. I keď je laboratórny model zjednodušený (neobsahuje prevody a napr. i vôle v nich), sú výsledky užitočné, pretože preukazujú prednosti modifikovanej pohonovej sústavy. Aj získané experimentálne výsledky svedčia o výhodnosti polynomu siedmeho stupňa (v porovnaní s polynomom tretieho stupňa), o výraznom zmenšení dynamických odchýliek medzi ihlovým valcom a prístrojom i o zmenšení energetickej spotreby – nielen v prechodovom, ale i ustálenom režime. Myslím však, že konštatovanie (str. 87) týkajúce sa vôle v prevode (ktorý v laboratórnom modeli chýba) nie je presné. Výsledná polohová odchýlka medzi ihlovým valcom a prístrojom nie je daná len jednoduchým „rozšírením o hodnotu vôle v prevode“, pretože ide o dynamické deje. V tejto kapitole mohla byť väčšia pozornosť venovaná riadeniu použitých servopohonov a prípadne i možnosti ovplyvnenia ich dynamických vlastností pomocou parametrov spätných väzieb.

Posledný odstavec piatej kapitoly je venovaný zaujímavému konštrukčnému návrhu pohonovej sústavy strihacieho kotúča.

V Závere sú prehľadne komentované všetky hlavné dosiahnuté výsledky a doporučená pre ďalší vývoj.

Vhodnosť použitých metód riešenia

Doktorand použil vhodné metódy riešenia. Treba to oceniť o to viac, že riešil praktický problém významný pre technickú prax a preto bolo treba uvažovať všetky podstatné javy majúce vplyv na dynamické charakteristiky vyšetovaných pohonových sústav. Väčšiu pozornosť však bolo vhodné venovať rázovým javom, kmitaniu v ozubených prevodoch a tiež riadeniu servopohonov.

Dosiahnutie stanoveného cieľa dizertácie

Napočítal som štyri stanovené ciele dizertácie (bolo by prehľadnejšie, keby boli uvedené v bodoch). Konštatujem, že všetky boli splnené. 1/ Bola vytvorená nová štruktúra pohonovej sústavy s individuálnym ovládaním ihlového valca, prístroja a strihacieho kotúča pomocou riadených pohonov. 2/ Bola vykonaná dynamická analýza existujúcej a novej pohonovej sústavy a porovnané ich dynamické charakteristiky a energetické nároky. 3/ Bolo navrhnuté

skúšobné zariadenie pre experimentálne potvrdenie simulačných (numerických) výsledkov. 4/ Bola navrhnutá individuálna pohonová sústava strihacieho kotúča.

Výsledky dizertačnej práce

Výsledkom dizertačnej práce je nové konštrukčné usporiadanie pohonovej sústavy malopriemerového pletacieho stroja s využitím individuálne riadených servopohonov pre pohon ihlového valca, prístroja a strihacieho kotúča. Tým sa dosiahlo výrazné zlepšenie dynamických charakteristík novej pohonovej sústavy (hlavne polohovej odchýlky medzi ihlovým valcom a prístrojom) a tiež nezanedbateľné energetické úspory. Výsledky numerických analýz boli potvrdené i experimentálne na vytvorenom zjednodušenom laboratórnom modeli (bez uvažovania vôlí v prevodoch - čo však považujem za vhodné vzhľadom na zložitosť tejto problematiky). Bol vyšetrovaný nielen vratný, ale i synchronný chod pohonovej sústavy. Bolo ukázané, že zdvihová závislosť realizovaná polynómom siedmeho stupňa v porovnaní s polynómom tretieho stupňa vedie k poklesu amplitúd kmitania členov pohonovej sústavy. Posledným výsledkom práce je vhodný konštrukčný návrh pohonovej sústavy strihacieho kotúča.

Význam práce pre prax a rozvoj vedy

Ako už bolo uvedené vyššie, vytvorená modifikovaná pohonová sústava s nezávislými riadenými servopohonmi zabezpečuje v porovnaní so štandardnými pohonovými sústavami lepšie dynamické vlastnosti (hlavne menšie dynamické odchýlky členov) a tým i konkurencieschopnosť na domácich i zahraničných trhoch. Boli rešpektované všetky podstatné dynamické javy, ktoré ovplyvňujú výsledky.

Preukázanie odpovedajúcich znalostí v odbore

Doktorand preukázal potrebné znalosti v študijnom odbore Konštrukcie strojů a zařízení. Vhodne aplikoval metódy aplikovanej (počítačovej) mechaniky hlavne v programovom prostredí MATLAB/Simulink. Značné multidisciplinárne znalosti a kreativitu si vyžadovalo vytvorenie skúšobného zariadenia a experimentálne overenie numerických výsledkov. Tieto znalosti umožnili doktorandovi získať pôvodné a cenné výsledky.

Formálna úroveň práce

Z hľadiska formálneho má práca dobrú úroveň, obsahuje len málo nejasných a nepresných formulácií. Sú v nej ale niektoré menšie terminologické nedostatky, nie však zásadného charakteru.

Rozsah a kvalita publikovaných prác vzťahujúcich se k téme dizertačnej práce

Doktorand je spoluautorom dvoch patentov a jedného úžitkového vzoru. V rokoch 2010 až 2015 publikoval ako hlavný autor alebo spoluautor 8 článkov v odborných časopisoch, je hlavným autorom alebo spoluautorom 13 príspevkov uverejnených v zborníkoch domácich a zahraničných konferencií a hlavným autorom alebo spoluautorom 8 ostatných publikácií.

Pripomienky k terminológii:

- termíny pohon a systém pohonu sú v práci na str. 11 jednoznačne definované. V českej odbornej literatúre venovanej dynamike strojov sa však rozlišujú termíny "systém" a "sústava". Ak sa myslí reálny stroj, potom sa používa termín "sústava", ak sa myslí model stroja (počítačový či iný, obvykle idealizovaný), potom sa používa termín "systém" (viď

napr. Slavík, J., Stejskal, V., Zeman, V.: Základy dynamiky strojů. Vyd. ČVUT, Praha 1997), resp. anglicko-český terminologický slovník mechaniky strojů: http://slovníkftomm.it.cas.cz/alphabeticalindex_CS.html. Problémom ale je, že v iných oblastiach (mechatronika, riadenie) sa používa termín systém i na označenie reálnych objektov,

- nepovažujem za vhodné kľúčové slovo "maloprůměrový". Je to len adjektívum, ktoré sa môže viazať s termínmi z najrôznejších oblastí,
- str. 9: tretia derivácia uhlovej výchylky je označená ako ráz. Tu však ide o deriváciu zrýchlenia, ktorá ak je náhla, označuje sa ako rýv (jerk). Ráz je krátkodobý náhly dotyk telies – viď vyššie zmienený anglicko-český terminologický slovník mechaniky strojů,

Ďalšie pripomienky:

- str. 40, rov. (4.28): miesto symbolu pre maticu hmotnosti $[I]$ doporučujem použiť $[M]$,
- str. 40, rov. (4.28) a text pod ňou: nejednotné označovanie matíc. V rov. (4.28) je $[I]$ a o 3 riadky nižšie je tá istá matica označená I . V použitých symboloch a skratkách (str. 10) je tiež označenie bez hranatých zátvoriek (čo aj doporučujem, ale kolmými, nie šikmými symbolmi). Podobne na str. 61,
- str. 41, 61: nevhodné symboly pre vektorové veličiny,
- str. 43: Obr. 4.4 mal byť lepšie komentovaný,
- v niektorých obrázkoch, napr. 4.15, chýba označenie veličín na osiach,
- nejasný vzťah (4.59),
- str. 62: ... je patrná redukce dynamických vůlí ... → zrejme sa myslí redukcia vplyvu dynamických vůlí,

Otázky pre doktoranda:

- 1) Vplyv vůlí v ozubených prevodoch riešených strojov je nepriaznivý. Aké sú možnosti ich eliminácie a ako sú ekonomicky nákladné?
- 2) V Obr. 4.1 uvažujete torznú poddajnosť hlavných hriadeľov pohonovej sústavy. Aký bol vplyv týchto poddajností v dynamickej odozve sústavy? Nebolo potrebné rešpektovať vernejšie tieto poddajnosti? A ako by to bolo možné?
- 3) Vysvetlite rov. (4.37) a tiež to, prečo ste uvažovali účinnosti v rov. (4.39).
- 4) Vysvetlite rov. (4.21).

Záver:

Doktorand vo svojej práci použil vhodné metódy a preukázal schopnosť ich aplikácie pri riešení náročného interdisciplinárneho problému dynamiky pohonovej sústavy malopriemerového pletacieho stroja.

Doktorand prezentoval v dizertačnej práci i v ďalších publikovaných prácach a patentoch nové poznatky v riešenej oblasti s cennými teoretickými i praktickými prínosmi a preto

**odporúčam jeho prácu k obhajobe
vo vednom odbore Konstrukce strojů a zařízení**

V Košiciach, 2. 6. 2016



prof. Ing. Štefan Segľa, CSc.
Strojnícka fakulta, TU Košice