

Posudek disertační práce ing. Jana Valtery „Optimalizace systému rozváděcí tyče rotorových dopřádacích strojů „

Předložená disertační práce, v rozsahu 100 stran textu a 68 stran příloh, je obsahově bohatá a formálně přehledná. K úrovni práce přispívá i autorova schopnost věcné formulace a technického vyjadřování. Ke kladům práce patří i účelné uspořádání předmětu do 9 kapitol, které na sebe logicky navazují. V názvu práce by však nutně nemusela být zvýrazněna optimalizace, aniž by to ubíralo její úrovni i zajímavosti. Kreativní a invenční úsilí autora je uplatněno v širokém rozsahu a v rámci celé práce s reálným originálním výsledkem. Optimalizace se týká jen jedné části (modelování), a v podstatě jen využívá přirozených vlastností modelů porovnávat a vyhodnocovat varianty.

Předmětem práce je analýza dynamického chování rozváděcí tyče centrálního systému navíjení příze na rotorových dopřádacích strojích. Základní konflikt systému spočívá v negativním vlivu deformací enormně dlouhé tyče na kvalitu návínů cívky (produktu). Tento konflikt je dále exponován požadavky na zvýšení výkonu stroje ať již zvyšováním pracovní frekvence nebo rozšiřováním stroje o další pracovní jednotky.

Cílem práce je využití poznatků získaných na podkladě dynamické analýsy problému k návrhu a realizaci změn kinematické struktury a dynamického chování systému. Tyto změny mají přinést snížení setrvačných sil, deformací a zvýšení kvality produktu.

Cíl práce je v oblasti dopřádacích strojů s centrálním systémem navíjení aktuální a jeho úspěšné řešení může upevnit pozici strojů na trhu.

V této souvislosti je možná vhodně upřesnit vztah a význam centrálních a individuálních systémů rozvádění. Autor se sice ani v rešeršní části individuálními systémy podrobně nezabývá, nabízí však pro hodnocení koexistence systémů účelné časové rozhraní. Význam centrálního systému je pro stávající stroje, perspektiva patří individuálnímu.

Plnění stanoveného cíle, detailisovaného definováním dílčích cílů, lze hodnotit na základě výsledků matematického modelování v programu Adams, návrhu akumulátoru, konstrukci funkčního modelu, experimentálního ověření funkčního modelu, experimentálnímu ověření funkce rozváděcí tyče na stroji. Všechny cíle jsou kvalitně a beze zbytku plněny.

Prostředky a metody zpracování

Matematický model soustavy rozváděcí tyče byl vytvořen v SW prostředí programu MSC Adams jak pro popis jedné tak většího počtu sekcí (20). Potřebná vstupní data pro výpočet byly získána experimentálně, tuhosti měřením na trhačím zařízení s průtahoměrem a tlumení „rázovým kladivem“. Do programu Adams byl implementován i model magneticko-mechanického akumulátoru energie. Silová charakteristika akumulátoru byly ověřena měřením na trhačím zařízení. Dynamické vlastnosti funkčního modelu tyče s akumulátorem byly změřeny snímačem síly a indukčním snímačem polohy. Pohyby s relativně malým zdvihem (vzdálenost

magnetů, posuv vedení) byly analysovány rychlou videokamerou. Výsledky měření a modelování byly pečlivě konfrontovány. Vypovídací schopnost výsledků a jejich přehlednost je v části 7 negativně ovlivněna zřejmě jediným disponibilním ale nevhodným pohonem (poddajnost, zdvihová funkce). Autor jednoznačně prokázal schopnost výběru a zvládnutí širokého spektra analytických a experimentálních metod včetně využití výsledků.

Výsledky, nové poznatky, přínos

Novost a nové poznatky nejlépe dokumentuje patentový spis č 303167. Způsob akumulace energie dle PV je nejen původní ale zaručuje řešení hlavních problémů : bezkontaktní a tudíž bezrázovou výměnu hybnosti a energie, nevyžaduje externí pohon akumulátorů vůči rámu při změnách amplitudy rozváděcího pohybu včetně „rozmazávání“ a vytváří předpoklady pro relativně nízké výrobní náklady a současně i velkou životnost zařízení.

Pozitivní změny dynamického chování strojů, vyvolané začleněním elastických elementů do jejich struktury a schopných akumulovat či spíše rekuperovat kinetickou a deformační energii, jsouv současnosti předmětem zájmu mnoha konstruktérů a mají velkou perspektivu.

Tato disertační práce navíc nese všechny známky komplexní výzkumné činnosti, od definice konfliktu, návrhu řešení s invenčním potenciálem, analytických prací až po konstrukci, výrobu a experimentální ověření funkčního modelu.

Připomínky k práci

1/ Předpoklady a zjednodušení, nutné pro sestavení modelu, jsou bezpochyby korektní a respektují nejdůležitější vlastnosti díla. Přesto je možné, že předpoklady dokonalé ohybové tuhosti tyče, ideální sousostí ložisek, bezvůlového uložení a působíště sil v ose tyče se nepodaří efektivně dodržet. V tom případě dojde i k příčnému kmitání tyče. Hodnoty napětí a deformací nijak podstatně nevzrostou, může však dojít k nárůstu odporových sil a zejména k výskytu delaminačních procesů v C-kompozitových tyčích. Ty se samozřejmě projeví až po řádově 10^{10} cyklech. Nebude potřeba zvýšit výrobní a případně adjustační přesnosti vedení tyčí ?

2/ Využití šroubových pružin pro akumulaci energie není rozhodně ideální a je limitováno jejich frekvenčními parametry, zejména u pružin s relativně nízkou tuhostí. V textilním strojírenství jsou známy a osvědčeny pružiny torzní (prohoz, tkací stroj Sulzer) nebo planžety-nosníky ocelové (tkací stroj Dornier-svůrka) či kompozitové (bidlen, tkací stroj Cam el, VUTS). Měla by být provedena kontrola vlastní frekvence pružin a kritické rychlosti (dosedání závitů).

3/ V práci jsou použity 3 pohony resp 3 typy kinematického buzení. Model v Adamsu je buzen „fiktivní vačkou“ a jediný je popsán kinematickými parametry. Krátký laboratorní model je buzen „klikovým mechanismem s řízeným rotačním pohybem“ (jeho parametry jsou snad uvedeny v odkazu) a model v provozu „řemínkovým servopohonem“ (není posán vůbec). V porovnání výsledků modelování a experimentů dochází k diferencím. Čtenář nemá možnost posoudit vliv rozdílných pohonů na výsledky a autor musí pracně vytvářet pomocné parametry (efektivní

sílu, polovinu rozdílu naměřených zdvihů), kterými se pokouší „odfiltrovat“ vliv pohonů. Nechci jen kritisovat, podobné problémy se v pracích s realizačním výstupem vyskytují, ale spíše poukázat na silný vliv parametrů pohonu. Byl při návrhu a dimensování parametrů (M_K , ω) některého reálného pohonu a jeho regulace již respektovány konkrétní vlastnosti rekuperace energie (momenty setrvačných a elastických sil)?

Publikace autora

Doktorand Ing. Jan Valtera je spoluautorem 12 publikovaných prací, ve 4 je uveden na prvním místě. Všechny publikace jsou v anglickém jazyce, 10 má přímý vztah k tématu disertační práce. Publikační činnost je dostatečná a úměrná délce zaměstnání.

Závěr

Disertační práce odpovídá obecně uznávaným požadavkům k udělení akademického titulu PhD a doporučuji ji bez výhrad k obhajobě.

V Liberci 22.04.2014


Doc. Ing. Josef Dvořák CSc

OPONENTSKÝ POSUDEK

DOKTORSKÉ DISERTAČNÍ PRÁCE

Doktorand : Ing. Jan Valtera
Název práce : Optimalizace systému rozváděcí tyče rotorových doprředacích strojů
Školitel : prof. Ing. Jaroslav Beran, CSc.
Oponent : prof. Ing. Jaroslav Zapoměl, DrSc.

Předložená disertační práce se zabývá dynamickou analýzou rozváděcí tyče rotorových doprředacích strojů a problematikou snižování jejího zatížení pomocí akumulátorů mechanické energie. Skládá se z devíti kapitol, seznamu literatury a z příloh.

První kapitolou je úvod. Disertant v něm podává stručný přehled o konstrukčním provedení doprředacích strojů a funkci rozváděcí tyče. Ve druhé kapitole se věnuje analýze současného stavu rozváděcí soustavy. Ve třetí kapitole definuje cíl své disertační práce: získání nových poznatků o dynamickém chování rozváděcí tyče a jejich využití při její optimalizaci z hlediska snížení celkového jejího zatížení. Čtvrtá kapitola je věnována sestavení matematického modelu rozváděcí tyče a pátá konceptu magneto-mechanického akumulátoru. V šesté kapitole autor popisuje konstrukční návrh akumulátoru a provedené zkoušky. V sedmé kapitole disertant uvádí výsledky měření provedené na reálné rozváděcí tyči a srovnává je s výsledky počítačových simulací. V osmé kapitole nastiňuje možnosti dalšího výzkumu a použití navrženého konstrukčního řešení pro doprředací stroje s větším počtem pracovních sekcí. Devátá kapitola tvoří závěr, v němž autor shrnuje výsledky provedené práce.

Věcné připomínky k práci

- V názvu práce i v jejích cílech je uvedena optimalizace rozváděcí tyče rotorových doprředacích strojů. Ve vlastní práci však žádný optimalizační problém není řešen. Práce je zaměřena pouze na variantní řešení a případně na analýzu citlivosti na základě intuitivního přístupu. Z tohoto hlediska nelze cíle práce hodnotit za zcela splněné.
- Uvedený postup k sestavení pohybových rovnic jednoduché modelové soustavy rozváděcí tyče jedné sekce a jednoho magneto-mechanického akumulátoru je chybný. Třecí síly nelze zahrnout do Lagrangeovy rovnice pomocí Rayleighovy disipační funkce. Vztahy (19), (20) jsou chybné. Je to zřejmé již z toho, že fyzikálně vyjadřují sílu, kdežto fyzikální význam Rayleighovy disipační funkce je jedna polovina výkonu disipačních sil. Rovněž vztah pro potenciální energii magnetického pole je chybný. Potenciální energii podle vztahu (17) by bylo možné vyjádřit, kdyby tuhost k_m byla konstantní, což v případě magnetické pružiny není. q_1 , q_2 jsou zobecněné souřadnice (vždy skalární veličiny), a proto připisovat jim šipky označující směr je nesmyslné.
- Popis pohybové rovnice (1) na straně 30 není přesný. Vzhledem k tomu, že vektor F_v je uveden na levé straně (což je neobvyklé), není vektorem vnějších sil, ale je to vektor záporně vzatých vnějších sil.

- V práci chybí:
 - frekvenční a modální analýza rozváděcí tyče (stanovení spektra vlastních frekvencí nebo amplitudo frekvenční charakteristika), která poskytuje řadu základních důležitých informací o dynamických vlastnostech soustavy (oblasti rezonance, silové namáhání tyče, amplituda kmitání, atd.).
 - alespoň diskuse o možnosti ztráty geometrické stability rozváděcí tyče, neboť ta je namáhána i tlakovou silou, což může vést i k přídavným silovým účinkům v jejích posuvných vazbách a tím k ovlivňování jejího pohybu v axiálním směru.
- V práci nejsou uvedeny její přínosy z hlediska rozvoje oboru. V závěru je pouze sumarizován přehled vykonaných analýz.

Formální připomínky k práci

- Z terminologického hlediska se v práci vyskytuje několik nedostatků, např. stavba cívky (str.82), akumulátor kinetické energie (str.82) - to by musel být setrvačnický, šířka přechodové oblasti budicí funkce (str. 82) - nejasný význam, dynamická síla (str.81) - nejasný význam, možná je tím myšlena setrvačná síla, pasivní odpory (str.31) - odpory nemohou být nikdy aktivní a některé další.
- I když je práce z gramatického hlediska v zásadě dobře napsána, přesto se v ní vyskytuje několik chyb.

Dotaz k rozpravě

V kapitole 4.4 jsou srovnávány výsledky z měření na dlouhém zkušebním zařízení a počítačových simulací. Na obrázcích 29 a 30 jsou srovnány časové průběhy síly působící na rozváděcí tyč v 1. sekci a zrychlení této tyče získané z měření a ze simulací. Z obrázků jsou patrné velké rozdíly, které autor vysvětluje řízením a regulací pohonu. To není přesvědčivé, proto z čeho tak disertant soudí? Proč nebylo řízení zahrnuto do výpočtového modelu? Došlo by pak k lepší shodě?

Závěr

Téma předložené disertační práce Ing. Jana Valtery je aktuální. Práce se zabývá modelováním rozváděcí tyče rotorových doprřadacích strojů, návrhem magneto mechanického akumulátoru a zkoumáním jeho vlivu na zatížení pohonu. Zkoumání tyče je založeno na počítačových simulacích, při čemž výsledky byly verifikovány měřeními na reálných zařízeních. Je nutno ocenit, že řada parametrů potřebných k realizaci počítačových simulací, jako např. součinitel tření v uložení rozváděcí tyče, parametry jejího materiálového tlumení, atd., byla získána na základě provedených experimentů. Použité metody, postupy a prostředky jsou moderní. Hlavní přínos práce lze spatřovat v návrhu magneto mechanického akumulátoru a v rozšíření poznání jeho vlivu na chování rozváděcí soustavy doprřadacích strojů.

Nedostatkem práce je, že nejsou zcela splněny její cíle, kterými měla být optimalizace rozváděcí soustavy. Místo toho se práce soustředí na variantní konstrukční řešení a na jejich srovnání. Nedostatkem práce jsou i špatně sestavené pohybové rovnice magneto mechanického akumulátoru. Nutno však dodat, že tyto rovnice mají v práci pouze informativní charakter bez přímého vlivu na provedené analýzy.

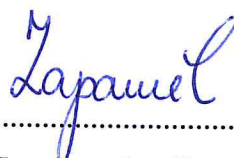
Úprava i grafické provedení disertační práce jsou dobré. Autoreferát stručně shrnuje její obsah a z formálního hlediska obsahuje všechny potřebné náležitosti.

I přes zmíněné nedostatky předložená disertační práce přináší nové poznatky z hlediska oboru Konstrukce strojů a zařízení se zaměřením na textilní stroje, což je potvrzeno i publikacemi, jejichž spoluautorem disertant je, a proto práci

d o p o r u č u j i

k obhajobě a v případě jejího obhájení i k udělení akademicko vědeckého titulu PhD.

V Ostravě 21. května 2014



.....
prof. Ing. Jaroslav Zapoměl, DrSc.
(oponent)

prof. Ing. Jaroslav Zapoměl, DrSc.

VŠB - Technická univerzita Ostrava, Katedra mechaniky, 17. listopadu 15, Ostrava - Poruba

Oponentský posudek doktorské disertační práce

Doktorand : **Ing. Jan Valtera**

Název práce : **Optimalizace systému rozváděcí tyče rotorových
dopřádacích strojů**

Předložená práce se týká rozváděcích mechanismů bezvřetenových dopřádacích strojů. Tyto stroje mají v současné době velký počet jednotek, u kterých je navíjení cívek většinou řešeno společným rozváděcím systémem poháněným z jedné strany stroje. Rozváděcí tyč, na které jsou upevněna jednotlivá rozváděcí očka, proto dosahuje délky přes 40 m a dynamika jejího pohybu omezuje výkon stroje. Obsahem práce je zlepšení funkce rozváděcího mechanismu a dosažení vyšších parametrů. Hlavními kritérii, kterými autor mechanismus hodnotí, je maximum hnací síly v rozváděcí tyči a velikost přeběhů rozváděcích oček vůči ideálnímu pohybu.

Téma práce je vysoce aktuální, neboť problémy s rozváděním příze řeší i v současné době všichni přední výrobci dopřádacích strojů.

Práce je přehledně a logicky uspořádána. Ve vlastním textu jsou umístěny jen nejužitečnější obrázky, tabulky a diagramy takže text se dobře čte a sleduje. Všechny podrobnosti jsou velmi dobře zdokumentovány v přístupných kvalitních přílohách a v seznamu literatury. Úprava textu je výborná a text obsahuje minimum gramatických chyb a nepřesností. Výsledky, které obsahují velké kvantum informací, uvádějí v hlavním textu obvykle jen ukázkou detailního průběhu a pak přehledové diagramy výsledků. Podrobnosti jsou opět v přílohách.

Velmi pečlivě jsou vypracovány pomocné práce – např. stanovení modulů pružnosti tyčí, stanovení rychlosti šíření kmitů, měření charakteristik akumulátorů atd.

Hlavní výpočty v práci byly prováděny po vhodně zvolených zjednodušeních v programu MSC. Adams. Tento velmi pokročilý program umožňuje výpočty

značně složitých systémů, aniž by vyžadoval od uživatelů hlubší znalost způsobů a metod řešení. Autor však prokázal schopnost samostatného řešení dynamického problému na případě dvoumotového systému akumulátoru s nelineárními prvky.

Práce je pěkně uzavřena měřeními skutečného modelového provedení jak s krátkou rozváděcí tyčí, tak v plné délce. Výsledky měření většinou dobře odpovídají provedeným výpočtům a model prokázal schopnost průmyslového využití. V některých výpočtech mohl autor dosáhnout lepšího pochopení výpočtů a shody výpočtů s měřeními, kdyby jako buzení výpočetního modelu (okrajovou podmínku) použil změřené zrychlení na okraji rozváděcí tyče u hnací skříně. Pak by bylo možno lépe posoudit i tlumení systému. Výsledky měření a výpočtů v kap. 5.2.1 pojednávající o měření zkráceného provedení mohly být uvedeny podrobněji a průběhy veličin měly být znázorněny i v závislosti na čase místo na zdvihu rozváděcí tyče, aby bylo možné posoudit kmitání posuvného vedení akumulátoru a vinuté pružiny. Ve výpočtu s dlouhou tyčí byly tyto vlivy zanedbány. U pružiny akumulátoru nebylo kontrolováno, zda nedochází k narážení závitů, které zde jistě hrozí. V části 7 ověřování výsledků s dlouhou rozváděcí tyčí je škoda, že byl použit řemenový rozváděcí mechanismus, který neměl dobré vlastnosti. Porovnávání výpočtů a měření tím bylo velmi ztíženo a je méně přehledné, ale není to vina autora.

Drobnější připomínky:

- str. 13 místo spirálovitě navinuté oviny by mělo být uvedeno šroubovitě vinuté,
- str. 15 přídatný pohyb rozvádění zajišťuje nejen rozmazávání krajů, ale také rušení pássem,
- str. 24 ztráty energie pneumatického systému vznikají nejen třením v těsnění, ale ve značné míře ztrátami tepla při kompresi a expanzi,
- str. 27 navinutí příze přes okraj cívky vlivem deformace rozváděcí tyče nemůže při ustáleném chodu stroje vzniknout,
- str. 31 tření rozváděcí tyče ve vedení se uvažuje konstantní (nezávislé na rychlosti a zvyšování přítlaku vybočením tyče při vzpěru a kmitáním),

str. 35 při stanovení koeficientů tlumení tyčí nebyl uvažován šroubovaný spoj tyčí, který podle zkušeností může způsobovat větší útlum než vlastní materiál tyče.

Dotaz k obhajobě :

Uvažoval doktorand o složení zdvihové závislosti rozváděcí tyče z harmonických funkcí?

Disertační práce splňuje beze zbytku vytčené cíle. Obsahuje výsledky teoretického charakteru a je přínosem pro praxi. Je předpoklad, že některé výsledky budou využity ve výrobním podniku Rieter CZ, Ústí n.O. Teoretické výsledky jsou porovnány s rozsáhlými experimenty.

Autor má i značnou publikační činnost (9 titulů) a je spoluautorem patentu.

Závěr

Doktorand prokázal schopnost samostatné vědecké práce. Prokázal rozsáhlé teoretické znalosti v oboru a přinesl nové poznatky. Teoretické výsledky dokáže porovnávat s výsledky experimentů.

Jeho disertační práce odpovídá obecně uznávaným požadavkům k udělení titulu Ph.D.

Doporučuji tuto práci bez výhrad k obhajobě.

Liberec 23.5.2014


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