

Posudek oponenta disertační práce

Název práce: Pohon lidskou silou

Autor: ing. Jiří Marján

Pracoviště: Technická univerzita Liberec, fakulta strojní, katedra vozidel a motorů

Formální stránka práce je standardní, struktura jasná, práce má 93 stran textu včetně grafů a vyobrazení, 3 přílohy. Po stránce jazykové je srozumitelná, často se však vyskytují formulace, které spíše než vědecké práci odpovídají populární literatuře.

Definice cílů práce není zcela srozumitelná. Z úvodu a závěru vyplývá, že hlavním cílem bylo sestavení vhodného modelu soustavy jízdního kola a jezdce tak, aby dynamické procesy jízdy, lidské síly a pérování vozidla mohly být simulovány. Tento cíl lze považovat za splněný alespoň v části návrhu modelu. Při jeho ověřování (viz odst. 8.3 verifikace modelu) jsou výsledky porovnání reality a modelu značně rozdílné. Aby bylo možno považovat hlavní cíl za splněný zcela, měl by být model verifikován na statisticky určeném vzorku a výsledky zpracovány statisticky včetně pravděpodobné chyby. Jinými cíli práce, u kterých však nelze určit pořadí důležitosti, je:

- analyzovat problém „pohupování“ při šlapání a navrhnout opatření pro jeho redukci,
- definovat posaz jezdce na kole s ohledem na účinnost přeměny muskulární energie na kinetickou a s ohledem na ergonomii.

Aby mohlo být cílů dosaženo, je do práce zařazeno více teorií dynamiky vozidel. Tyto jsou převážně převzaty z literatury a mnohde vhodně aplikovány na jízdní kolo. K některým aplikacím mám následující připomínky:

- str. 34, 1.odst: větší stopa kola nezaručuje schopnost přenést větší sílu. Přenos síly je určen součinem síly a koef. tření (zřejmě se jedná o praktickou zkušenost v měkkém terénu, kde je však situace značně složitá),
- str. 38: ve výčtu výhod celoodpruženého kola není snížení namáhání odpružené části konstrukce,
- str. 48 – 50, odst. 5.3: vysvětlení velice „laické“, obr. 33 je příliš zjednodušen, v celém odstavci chybí popis „naladění“ systému, resp. kompromis mezi pohodlím jízdy a bezpečností, také úloha vlastní frekvence odpružených hmot,
- odst. 5.5: problém pohupování by měl být spíše vysvětlen pomocí pohybových rovnic,
- str. 60: problém „tahání za řetěz“ je důsledek různých os otáčení vidlice a rozety - rovněž by bylo vhodné jej vysvětlit pomocí pohybových rovnic,
- odst. 7.1: problém vibrací by bylo vhodné rozdělit na:
 - o vibrace přenášené na jezdce (zdravotní aspekt),
 - o vibrace snižující bezpečnost jízdy (odskakování kol),

K zdravotnímu aspektu vibrací je nezbytná spektrální analýza a porovnání s hygienickými předpisy dle MZČR. K bezpečnostnímu aspektu provedené měření postačí, avšak chybí porovnání s jiným, „naladěným“ systémem.

K jednotlivým cílům práce zaujímám následující stanovisko:

1. Přehled konstrukcí je proveden dobře a obsahuje všechny potřebné informace. Má rešeršní, populárně vědecký charakter s několika tvrzeními, které by bylo vhodné k profesionalizaci doplnit matematickými vzorci nebo rovnicemi.
2. „Pohupování“ a jeho vliv na dynamiku a stabilitu systému - analýza je provedena zjednodušeným způsobem s použitím silových poměrů nebo momentových rovnic. Bez použití soustav pohybových rovnic lze tuto hodnotit jako málo profesionální. Návrh opatření pro redukci tohoto jevu realizovaný převodem s nekruhovými koly (odst. 7.3.4) je znám z dřívějších konstrukcí. Vhodnější by bylo redukovat jev např. na pružině nebo tlumiči.
3. Definice a analýza posazu jezdce s ohledem na účinnost přeměny muskulární energie na kinetickou byla provedena a nemám k ní zásadní připomínky.

Z práce je patrné, že se autor tématem jízdních kol a jejich užití coby dopravních prostředků zabývá dlouhou dobu a na různých úrovních (servis, návrh, historie...), z čehož vyplývá jasně čitelné zaujetí pro věc. To ovšem na druhou stranu vede k až zbytečně obšírné a místy „populárně“ podané teoretické části, kde nejsou vždy jasné souvislosti se samotným jádrem práce.

Autor projevil schopnost samostatné vědecké práce. Přínosem práce je bezpochyby sestavení modelu a realizace experimentu.

Dle mého soudu práce i přes výše zmíněné nedostatky splňuje požadavky na dizertační práci. Práci doporučuji k obhajobě, je ovšem třeba, aby se autor v diskuzi uspokojivě vyjádřil k výše zmíněným problémovým místům.

doc. Ing. Petr Bouchner, Ph.D.

Fakulta dopravní ČVUT v Praze

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Oddělení vědy a výzkumu - Daniela Stejskalová

Studentská 1402/2

461 17 Liberec

Věc: Oponentský posudek doktorské disertační práce

Název: Pohon lidskou silou

Autor: Ing. Jiří Marján

Posudek byl vypracován na základě jmenovacího dopisu děkana fakulty strojní TUL ze dne 6.8.2013.

K posouzení byla předložena disertační práce o rozsahu 114 stran a teze k disertační práci.

Práce obsahuje 10 kapitol, anotaci v angličtině a přílohy. Členění kapitol je od historie, konstrukce jízdních kol, ergonomie, mechaniky jízdy k úvaze o budoucím vývoji.

Kapitola 2 je zaměřena na historii jízdních kol, kapitola 3 je rozděluje podle způsobu použití a podle funkce. Kapitola 4 se již zabývá konstrukcí a to základních částí jako rám, převodové ústrojí a kola. Kapitola 5 je zaměřena na celoodpružená kola, hlavní zájem disertanta. Popisuje systémy odpružení kol a problematiku mechaniky jízdy. Ergonomie sezení je popsána v kapitole 6 a zde autor využil RULA analýzu se vstupy ze systému CATIA. Kapitola 7 popisuje a řeší důležitý technický problém vibrací. Kapitola 8 obsahuje návrh dynamického modelu soustavy člověk – jízdní kolo. Problematiku řeší analyticky využitím počítačového modelu a experimentálně. Konce práce tvoří kapitola 9 s názvem Budoucí vývoj cyklistiky, závěr, seznam vlastních publikací, použitá literatura a přílohy.

Práce je psána přehledně, logicky, zjevně se znalostí věci a zájmem o ni. Má dobrou grafickou úpravu, autor využívá znalostí z různých oborů jako strojírenství, konstrukce a stavba strojů, materiálové inženýrství, biomechanika, výpočtové simulace a podobně. Nabyté znalosti aplikuje do oblasti stavby a analýzy vlastností jízdních kol. V práci uvádí vlastní závěry, hodnocení a konstrukční návrhy. V práci jsou využívány softwarové prostředky z oblasti CAD, mechaniky tuhých těles a řízení dynamických systémů. Tyto simulace autorovi umožnily výběr optimalizovaných variant řešení. V oblasti ergonomie je využit systém RULA s podporou CATIA pro hledání optimální pozice sezení.

Přestože práce je srozumitelným přehledovým dílem s nepochybnou hodnotou, měl by se autor vyjádřit k některým formulacím a nejasnostem ve zprávě:

str. 34: jak souvisí velikost stopy s přenášenými silami, uvažujeme-li Coulombovo tření

str. 35: závěr ohledně velikosti odporové díly na větším poloměru kola – jde o rovnováhu momentů

str. 36: popis vlivu gyroskopického momentu je jen popisným, chybí patřičné vztahy

str. 42 a další: kinematická schémata jsou nepřesná (vazby pohyblivé a pevné apod.)

str. 49: Obr. 33 – chybí kóta Y, rovnice 1 by měla být vyřešena analyticky

str. 74: vlastní vytvořený model není popsán, Working model 2D nemá reference

str. 84: opět chybí odkaz nebo zadávací data Working Model 2D

str. 92: není zřejmé, proč difference mezi měřením a výpočtem nevyužil autor ke skutečné validaci modelu a jen popisuje seznam „nejistých“ parametrů

str. 97: gramatická chyba v „Ackermannova rovnice“

str. 98: Matlab opět bez odkazu na reference, manuál a pod.

str. 106: nejsou označeny publikace s impakt faktorem (a jeho hodnota)

Autor v práci využíval moderní vědecké metody, které si osvojil a dokázal je aplikovat na řešený problém. Rozhodně by práce měla mít větší rozsah využití literatury včetně manuálů na použité software. Stejně tak by ji prospělo CD s výsledky, případně simulačním modelem. Model v Matlab si může snadno ověřit jakýkoliv uživatel tohoto rozšířeného systému.

Domnívám se, že autor obohatil obor svého zájmu cennými analýzami a zajímavými závěry včetně návrhu nelineárního převodu.

Práci tedy doporučuji k obhajobě a v případě jejího úspěšného průběhu souhlasím s udělením titulu doktor, ve zkratce Ph.D.


prof. Ing. Jan Kovanda, CSc.

Ústav bezpečnostních technologií a inženýrství

Fakulta dopravní ČVUT v Praze

Konviktská 20

110 00 Praha 1

Oponentní posudek disertační práce Ing. Jiřího Marjána

Téma práce: **Pohon lidskou silou**

Školitel: Doc. Dr. Ing. Pavel Němeček
Technická univerzita v Liberci, fakulta Strojní, katedra vozidel a motorů

Obsah předložené práce

Předložená disertační práce je psána v českém jazyce, obsahuje 114 textových stran včetně anotace psané v českém a anglickém jazyce. Počet příloh 3.

Obsah disertační práce odpovídá abstraktu práce v přiloženém autoreferátu a týká se problematiky jízdního celo-odpruženého kola. Práce je rozdělena na dvě části, tj. na úvodní rešeršní a analytickou část, zaměřenou zejména na systémy zavěšení zadního kola, na analýzu odpružení kola se zřetelem na jeho vlastnosti v souvislosti s brzděním, tahem za řetěz a s pohupováním a dále pak na vlastní tvůrčí část, v níž autor sestavil dynamický model soustavy jezdec-jízdní kolo.

V úvodu autor vytýčil a zdůvodnil cíle své disertační práce v oblasti celo-odpružených kol. Deklaruje zde svůj záměr sestavit vhodný dynamický model soustavy jezdec-jízdní kolo a následně jej využít při návrhu nové konstrukce jízdního kola. Současně zde uvádí i cíl poskytnout ucelený přehled problematiky tohoto typu jízdních kol, včetně správné terminologie a analýzu současných konstrukčních řešení.

V následných dvou kapitolách autor uvádí historii jízdních kol a jejich rozdělení dle funkce.

V kapitole 4 autor shrnuje základní poznatky o základních konstrukčních skupinách jízdních kol, včetně používaných materiálů v historii i v současnosti. Zde rovněž přehledově uvádí faktory kol a jejich zavěšení, ovlivňující stabilitu jízdy.

V páté kapitole se autor zaměřuje na vlastní problematiku práce, a to na celo-odpružená jízdní kola. Zde, lze říci vyčerpávajícím způsobem, popisuje hlavní konstrukční záležitosti ve stavbě těchto kol (valivý odpor, vedení, pružení, tlumení kola a zadní vidlice, silové účinky pohonu).

V šesté kapitole je pojednáno o ergonomii posedu, což je u všech jízdních kol vzhledem k lidskému pohonu velmi důležitý, avšak mnohdy opomíjený aspekt jich stavby, včetně možnosti operativního přizpůsobení jízdního kola konkrétní potřebě jezdce. Autor zde dosti detailně uvádí ergonomické závislosti i dílčích prvků lidského těla ve vztahu ke koncepci a konstrukci kol. Autor práce zde uvádí jeho vlastní aplikaci obecné metody RULA na problematiku jízdního kola.

V sedmé kapitole se autor zabývá vibracemi (tj. opakovanými dynamickými účinky generovanými jízdou) na lidské tělo a na efektivitu využití výkonu, generovaného svaly jezdce.

V osmé kapitole je prezentován hlavní cíl předložené práce, tj. navržení a verifikace dynamického modelu soustavy člověk – jízdní kolo.

V závěrečných kapitolách 9 a 10 autor předkládá úvahy o dalším vývoji cyklistiky a zhodnocuje stanovené a dosažené cíle své disertační práce.

Zhodnocení předložené práce

Předloženou disertační práci lze zhodnotit následujícími kritérii takto:

a) zhodnocení významu práce pro obor dopravy

Předložená disertační práce je svou tematikou aktuální, neboť z mnoha obecně známých důvodů je cyklistika na mohutném vzestupu, což přináší požadavek na vyšší racionalitu stavby jízdních kol. Stejně tak jsou z lékařských statistik známy nejen kladné, ale i záporné dopady cyklistiky na lidské zdraví, které lze koncepcí a konstrukcí jízdních kol ovlivnit.

b) postupy, metody, splnění cíle

V úvodu práce autor definoval cíle své práce, pokračoval důkladnou rešerší a přes analýzu dynamických vlastností jízdního kola a ergonomie jezdce s ohledem na uvedené cíle došel k vytvoření dynamického modelu soustavy kolo-jezdec a pomocí experimentální verifikace tohoto modelu v dalším kroku provedl zpřesnění modelu jezdce tak, aby více odpovídal realitě. Z tohoto pohledu lze konstatovat, že autor postupoval metodicky, že použil jak matematický postup, tak experiment. Protože cílem práce bylo vytvoření dostatečně odpovídajícího modelu soustavy jezdec-celoodpružené kolo, lze říci, že cíle bylo dosaženo.

c) stanovisko k výsledkům disertační práce a původního přínosu disertanta

Těžištěm předložené práce, kromě shromáždění a seřídění informací o soustavě jízdní kolo – jezdec bylo vytvoření a ověření dynamického modelu. Vytvoření dynamického modelu této soustavy, vzhledem k velmi topologicky a dynamicky proměnnému modelu jezdce, je dosti náročný úkol. Autor ho řešil originálním přístupem pomocí aktivního modelu, kdy do rotačních vazeb v modelu jezdce zapojil motory, ovládané regulační smyčkou. Originální je i použití obecné metody RULA na cyklistu.

Zajímavá je myšlenka použití převodu s nekruhovými koly s cílem snížit pohupování celoodpruženého jízdního kola, kterou lze doporučit k dalšímu rozpracování a ověření. Lze tedy konstatovat, že v práci je prezentováno několik důležitých originálních výsledků, dokládajících vlastní přínos autora k dané problematice.

d) systematicčnost, přehlednost, formální úprava disertační práce.

Předložená disertační práce je napsána přehledně, na velmi dobré slohové úrovni, bez gramatických chyb. Obrázky a grafy jsou dobře čitelné a výstižné. Celková grafická úprava práce je velmi dobrá..

e) publikace disertanta

Autor práce dokládá 11 vlastních publikací, z toho 5 s číslem ISBN, ISSN, což je velmi dobrá publikační úroveň. Dále se odvolává na 20 ostatních publikací, v textu práce je cituje.

f) souhrn

Z celé práce a z publikovaných článků je zřejmé a autor to i na str. 38 doslovně potvrzuje, že autor práce je s tematikou konstrukce jízdních kol a cyklistiky jako takové dobře obeznámen. Nad strojařský rámec prokázal hlubší znalosti z oblasti lidského těla (anatomie, fyziologie,...) ve vztahu k cyklistice. V práci cituje četné zdroje, z nichž účelně přejal a vhodně do textu zařadil velmi zajímavé informace. Výsledky jeho práce jsou přínosné pro další rozvoj této problematiky.

Připomínky a dotazy k práci

Str. 18 a dále: terminologicky lze říci např. „třírychlostní převodovka“, ale jinak lépe než „rychlost“ (=dráha/čas) je používat v technickém textu termín „rychlostní stupeň“
Str. 43 a dále: mechanismus s ohledem na obecný rovinný pohyb těhlice bych označil spíše jako „obecný 4-kloubový“ (popř. „dvouvahadlový“), než „paralelogramový“
Str. 56 – „pohupování“: vhodné by bylo v textu je přesněji (kinematicky) definovat

Otázky k obhajobě:

Str. 14, str. 33: Terminologie: ocelový výplet versus loukotě - obecně „loukotě“ nejsou paprsky kola, jak se často mylně uvádí, nýbrž části obvodu „loukoťového“ kola. U jízdních místo „automobilového“ termínu „paprsková kola“ se používá termínu „loukoťová kola“?

Tabulka 1/str. 17: výsledky (množství vdechnutých nečistot cyklistou a motoristou) se jeví neuvěřitelnými, našel jste v uvedeném zdroji [2] vysvětlení?

Str. 18: natáčení kuliček jako takové nezpůsobuje přímo změnu převodového poměru v převodovce NuVinci. Vysvětlete změnu převodu detailněji.

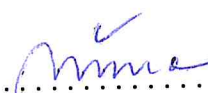
Str. 102: jaký je Váš názor na možnost dalšího zpřesnění vypracovaného modelu 2 pomocí fuzzy logiky (fuzzy řízení).

Závěr

V souladu s § 47 zákona 111/1998 Sb. předložená disertační práce je výsledkem řešení konkrétního vědeckého úkolu, prokázala schopnost studenta samostatně tvůrčím způsobem vědecky pracovat a obsahuje původní výsledky vědecké práce disertanta.

Doporučuji předloženou disertační práci k obhajobě.

V Plzni dne 12.9.2013

.....
doc. Ing. Ladislav Němec, CSc.
Katedra konstruování strojů,
oddělení Dopravní a manipulační techniky
Západočeská univerzita v Plzni