

Oponentní posudek disertační práce

Optimalizace řazení soutěžního vozu

Disertant: **Ing. Jan Vlček** (ZČU v Plzni, FST)
Studijní program: P2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: Stavba strojů a zařízení

a) Zhodnocení významu pro obor

Disertant Ing. Jan Vlček předložil obsáhlou a propracovanou disertační práci o 99 stranách s pěti přílohami. Práce je věnována relativně úzké, ale aktuální problematice řazení pomocí sekvenční převodovky v závodním automobilu. Zvolil si několik cílů, od vytvoření přehledu používaných konstrukčních přístupů a využití metody EDS, přes vývoj dynamického modelu ve výpočtovém systému MSC.ADAMS, až po analýzu vlivu vytipovaných konstrukčních prvků a jejich optimalizaci za účelem snížení řadicího času. Úspěšné dosažení cílů je pro oblast konstrukce silničních vozidel významným krokem, i vzhledem k tomu, že této oblasti není věnována patřičná pozornost. Význam práce zvyšuje to, že disertant byl součástí celého týmu Škoda Motorsport a měl unikátní přístup k reálné konstrukci a ke všem datům včetně výsledků z experimentálního vyšetřování vozu.

b) Vyjádření k postupu, k použitým metodám, ke splnění stanoveného cíle

Jak bylo řečeno v předchozím bodě, autor si vhodně vytyčil konkrétní cíle, které postupně směřují k hlavnímu cíli, kterým je zrychlení procesu řazení závodního automobilu. Za účelem dosažení cíle zvolil kombinaci metody EDS, využití numerických modelů i experimentů. Tam, kde to bylo možné a přínosné, využil také analytické techniky.

Metodika pro analýzu vázaných soustav těles (tzv. multibody systémů) implementovaná v systému MSC.ADAMS je efektivním nástrojem pro analýzu dynamických charakteristik pohonů a je zřejmé, že autor ji umí využívat. Na vhodných místech jsou pro problematiku parametry využity experimentální vstupy. Autor práce vytvořil model s rozumnou idealizací s ohledem na studované děje. Je nutné ohodnotit, že nepoužil pro vytvoření modelu hrubou sílu a nepřevodl pouze kompletní CAD model na model dynamický, ale pečlivě rozmyslel a analyzoval celou problematiku.

Po prostudování práce je zřejmé, že vytyčené cíle byly splněny.

c) Stanovisko k výsledkům disertační práce a původnímu přínosu disertanta

Lze konstatovat, že výsledky jsou významné, aplikovatelné a rozšiřují aktuální stav poznání v oboru Stavba strojů a zařízení. Z dostupných informací lze usuzovat, že většina práce je vlastním a původním přínosem disertanta. Pouze velmi malá část textu má

kompilační charakter a většina jsou disertantovy vlastní analýzy, výsledky a závěry. Vzhledem k unikátnosti analýz by bylo jistě vhodné připravit z vybraných výsledků souhrnný článek a zaslat ho například do impaktovaného časopisu *Vehicle System Dynamics*, kde má šanci na uveřejnění.

d) Systematická, formální úprava a jazyková úroveň disertace

Disertační práce je sepsána přehledně a systematicky. Formálně je práce na odpovídající úrovni, prakticky bez překlepů a s minimem nevhodných formulací. Jazyková úroveň práce je na dobré úrovni.

e) Vyjádření k publikacím disertanta

Součástí práce je seznam publikovaných prací disertanta, který obsahuje šest příspěvků ve sbornících konferencí a pět užitečných a průmyslových vzorů. Tři z příspěvků byly předneseny na mezinárodních konferencích v zahraničí. Na základě předloženého seznamu lze konstatovat, že publikační činnost disertanta je vzhledem ke studovanému oboru dostačující.

f) Doporučení disertační práce k obhajobě

S ohledem na výše uvedené hodnocení *doporučuji disertační práci Ing. Jana Vlčka k obhajobě* (dle zákona č. 111/1998 Sb. §47).

g) Otázky do diskuze

Na disertanta mám následující otázky do diskuze:

- 1) V práci je pojem optimalizace chápán spíše v obecnějším smyslu. Lze využít modely uvedené v práci také v kombinaci s matematickou optimalizací, kdy se definuje cílová funkce, vazbové podmínky a problém je řešen vybraným deterministickým či stochastickým algoritmem?
- 2) Kapitola 7 je věnována analýze vlivu řízení motoru. Jsou zkoumány vlivy délky odstavení a následného náběhu zapalování. Bylo by z hlediska rychlosti náběhu a souvisejících momentových oscilací možné navrhnout složitější, ale výhodnější, průběh náběhu momentu?
- 3) Jaké jsou další možnosti rozvoje studované problematiky?

V Plzni dne 29.8.2014


Ing. Michal Hajžman, Ph.D.

OPONENTNÍ POSUDEK

disertační práce

Ing. Jana Vlčka

Název: **Optimalizace řazení soutěžního vozu**

Disertační práce se zabývá návrhem úprav převodovky soutěžního vozu, které by vedly ke zkrácení řadicích časů. K posouzení vlivu úprav sestavil autor dynamický model v prostředí ADAMS, který naladil a validoval pomocí experimentálních výsledků naměřených na zkušebním stavu AVL.

Zhodnocení významu pro obor

Podrobný rozbor řazení pomocí zubových spojek je odbornou obcí poměrně opomíjenou oblastí, protože jejich použití je omezeno na úzkou skupinu vozidel. Věřím, že s narůstající elektrifikací vozidel, kde synchronizace nebude problematická pomocí elektromotorů, avšak požadavek na převodovky, ikdyž třeba jen dvoustupňové přetrvá, dojdou zubové spojky rozšíření svého uplatnění. O to větší přínosem mohou být do budoucna závěry dizertační práce Ing. Vlčka.

Vyjádření k postupu

Autor postupoval velice logicky a správně. Nejprve uvedl velmi stručnou rešerši existujících systémů, které zhodnotil. Vybrané řešení dále rozpracovává. Sestavil CAD a numerický model, provedl jeho naladění pomocí naměřených dat. Hlavní část tvoří popis a simulace jednotlivých předem stanovených úprav a jejich vliv na zkrácení času řazení, případně na chování celé soustavy.

Stanovisko k výsledkům

Práce jako celek se mi velmi líbí a považuji ji za velmi přínosnou, přesto bych si dovolila mít několik připomínek, případně dotazů:

Str. 5 + str.13: V celé práci není uvedeno ani jedno správné kinematické schéma řešené převodovky. Kinematické schéma nenahradí ani ilustrativní obrázek (obr. 2) ani pohled na 3D model (str. 8). Díky tomuto opomenutí, může obr. 12 působit jako zcela chybný. Podle něj je hnaný hřídel připojený přímo k hnacímu ústrojí, a řazená kola III. a IV. stupně jsou umístěna na vstupním hřídeli! K čemu se vztahuje označení rotační vazby umístěné mezi hlavovými kružnicemi volně otočných kol a hnaným hřídelem a rotační vazba u hnaného hřídele?

Str. 8: Chybný výpočet váženého výsledku pro řadicí čas u řešení č. 2 a č. 3, a pro servis u řešení č. 1 - nepříjemné přehlédnutí s ohledem na klíčovou roli tabulky.

Str. 17: Kinematické schéma s okótováním důležitých rozměrů je nenahraditelné.

Str. 40: Jak je získána velikost skalárního parametru p ?

Str. 42: Není jasné, k čemu slouží počítaná redukovaná hmota. Je překvapivé, že je hmota redukovaná na vstupní hřídel převodovky. Očekávala bych výpočet redukovaných hmot primáru a případně redukovaný moment soustavy k hřídeli, na kterém jsou umístěna volně otočná kola.

Str. 45: Počty zubů v tabulce a ve schématu jsou rozdílné.

Str. 50: Nechápu tvrzení: „Výhodou použití malého počtu zubů je také jejich vyšší únosnost.“

Str. 51, obr. 15: V případě synchronizační spojky se nejedná o přesuvník, ale o synchronizační kroužek.

Str. 63, obr. 27: Jak lze vysvětlit malé ztlumení u varianty s $2,5^\circ$, zatímco varianty 0° a 5° vykazují po úvodním rázu podobný průběh?

Str. 75, obr. 47; str. 78, obr. 51: Jak lze vysvětlit, že pro řazení 4-5 je potřeba větší řadicí síla než pro 3-4?

Str. 85, obr. 59: Jak je možné, že k výchylce několika mm dojde v nulovém čase?

Str. 91: Je uvedeno, že došlo k vyhodnocení vlivu charakteristických křivek na průběh otáček hnacího hřídele. Škoda, že se toto vyhodnocení v práci neobjevuje.

Vyjádření k formální stránce

Práce je napsaná srozumitelně čtivým technickým jazykem. Autor se nevyhnul několika gramatickým chybám a překlepům. Orientaci v textu však velmi ztěžuje neposloupné číslování obrázků. Špatné odkazy na čísla rovnic a kapitol. Některé obrázky jsou na hranici čitelnosti. Nekonzistentní používání barev a typů čar v grafech (např. 68 a 69). Neúplný seznam veličin, nebo neúplné vysvětlení (např. β na str. 90).

Vyjádření k publikacím dizertanta

Ing. Jan Vlček uvedl několik publikovaných prací a užitných a průmyslových vzorů, u nichž je spoluautorem. Žádný z užitných a průmyslových vzorů se však netýká tématu disertační práce. To dokazuje obrovskou variabilitu a konstrukční invenci Ing. Vlčka, ale k posouzení odevzdaného díla to nijak nepřispěje. Z publikovaných prací je možné vzít pouze jednu jedinou jako relevantní, která se týká tématu a není to lokální prezentace v rámci SVOČ na ZČU. Žádám o vysvětlení proč toto atraktivní a v literatuře tak málo zmapované téma dizertant nepublikoval.

Závěr posudku

Po obsahové stránce je disertační práce kvalitní. Práci doporučuji k obhajobě.



Gabriela Achtenová
4. 9. 2014, Praha