

**Posudek k doktorské disertační práci Ing. Petra Voltera na téma
„Modelování adhezní vazby kola a kolejnice v dynamice pohonu dvojkolí“**

Posudek podává: Prof. Ing. Ladislav Rus, DrSc, ČVUT Praha, Fakulta strojní

Obsah doktorské disertační práce

Doktorand na 140 stránkách a 20 stránkách příloh řeší problematiku silových poměrů ve styku kolo – kolejnice a to hlavně z hlediska přechodových jevů nastávajících v tomto styku při rozjezdu lokomotivy.

Práce je rozdělena do 9-ti kapitol:

- Úvod
- Výpočet skluzových sil v kontaktu kolo-kolejnice
- Cíle disertační práce a použité metody
- Měření adhezních charakteristik na zkušebním stavu
- Zjednodušený model přechodového valení
- Testování a ověřování adhezního modelu
- Simulace nejjednodušších případů
- Simulace rozjezdu elektrické lokomotivy
- Závěr

V závěru této práce doktorand shrnuje výsledky svého výzkumu a přínosy disertační práce do osmi bodů a sumarizuje náměty pro další práci.

Aktuálnost tématu dizertanta „Modelování adhezní vazby kola a kolejnice v dynamice pohonu dvojkolí“

V minulosti a současnosti se většina výzkumných pracovníků zabývá otázkou silových poměrů v kontaktní plošce kolo kolejnice, při studování vlnivého pohybu vozidla v přímém

úseku tratě, vyšetřování stability jízdy vozidla, nebo silovými poměry při průjezdu vozidla obloukem.

Doktorand řeší problematiku sil v kontaktní ploše kolo-kolejnice z hlediska změny součinitele adheze a změny silových poměrů mezi kolem kolejnicí při uvažování tažné síly při rozjezdu lokomotivy, to je při změně skluzové rychlosti.

Cíle doktorské práce

-vytvořit matematický model přechodového valení styku kola a kolejnice s uvažováním jejich adhezní vazby a tento model naprogramovat tak, aby se stal matematickým submoduleem pro simulační výpočty kmitání lokomotivy s různým počtem stupňů volnosti.

- experimentálně na zkušebním stavu naměřit a definovat adhezní charakteristiku, zjistit a definovat změny třecích podmínek a tyto popsat matematickým modelem, který bude sloužit jako vstup do matematického modelu styku kola s kolejnicí

Metody zpracování dané problematiky

Cílem doktoranda bylo vytvořit jednoduchý model vhodný pro využití v simulačních výpočtech. Doktorand vyvinul vlastní jednoduchý model, který vznikl využitím stávajících teorií styku kola s kolejnicí. Tyto teorie nejprve analyzoval a vhodným sloučením parametrů těchto teorií vzniklý model diskretizoval pro použití v numerických výpočtech. Poté výsledky výpočtů srovnal s přesným Kalkerovým modelem a provedl výpočet několika sekvencí přechodového valení a opět tyto výsledky srovnal s přesným modelem. Srovnávány byly tečné síly a rozložení tečného napětí pro oba modely.

Po vytvoření modelu, byl tento použit při simulačních výpočtech různých modelů lokomotiv, při uvažování různých počtů stupňů volnosti. Výsledky byly porovnány s výsledky měření na skutečném vozidle, které provedl doc. Ing. Michael Lat Ph.D.

Dále doktorand využil zkušební stav tramvajového kola, kde byly získány adhezní charakteristiky při různém stavu povrchů styku kola a kolejnice. Tyto charakteristiky byly aproximovány podle Freibauerovy a Poláchovy teorie. Doktorand poté vypočítal parametry uvedených teorií a sestavil matematický model změn třecích podmínek.

Splnění stanoveného cíle

Doktorand vytvořil zjednodušený model přechodového valení, provedl řadu experimentálních měření na zkušebním stavu tramvajového kola pro zjištění adhezních charakteristik a provedl simulaci rozjezdu čtyřnápravové lokomotivy s 30-ti stupni volnosti. Těmito postupy a ověřenými simulacemi, vytvořil doktorand vhodný matematický model přechodového valení, který umožňuje vyšetřovat dynamické chování soustav s různými

pohony a to zejména při přechodových jevech a nikoliv jevech při ustáleném stavu, jak tomu bylo většinou doposud.

Práce zcela splnila stanovené cíle a v řadě simulačních výpočtů a experimentálních měření tyto cíle překročila.

Nové poznatky a výsledky vyplývající z dizertační práce

Doktorand ve svém závěru shrnuje v osmi bodech přínosy své dizertační práce.

S jeho závěry se zcela ztotožňuji a z těch nejdůležitějších bych vyjmenoval základní přínosy, které jsou:

- zpracování dokumentace adhezních charakteristik ovlivněných změnou třecích podmínek při prokluzu a vytvoření jejich matematického modelu
- odvození zjednodušeného modelu přechodového valení
- ověření modelu přechodového valení v oblasti přechodových jevů lokomotivy při rozjezdu
- možnost výpočtů odezev složitých modelů lokomotiv při uvažování různých typů pohonů a zjišťování jejich silového zatěžování při rozjezdu lokomotivy, což vede k optimalizaci pohonů z hlediska jejich spolehlivosti a životnosti

Význam dizertační práce pro praxi a vývoj vědy

Význam pro vývoj vědy a praxe jsem prakticky popsal v předcházející kapitole a mimo uvedené možnosti výpočtů odezev složitých modelů lokomotiv při uvažování různých typů pohonů a zjišťování jejich silového zatěžování při rozjezdu lokomotivy, což vede k optimalizaci pohonů z hlediska jejich spolehlivosti a životnosti je dalším přínosem možnost zjišťování silových poměrů na oběžné ploše kola a na kolejnici. Tyto výpočty mohou být potom použity pro výpočty opotřebení kol a kolejnic.

Splnění podmínek tvůrčí vědecké práce

Předložená dizertační práce bezesbýtku splnila stanovené cíle a v řadě oblastí byly řešeny problémy nad rámec požadovaných cílů.

Podmínky tvůrčí vědecké práce byly zcela splněny.

Otázka pro doktoranda

Řešen byl rovinný model lokomotivy. Jaký by byl postup u řešení prostorového modelu, kdy při rozjezdu lokomotivy jsou dvojkolí různě příčně vysunuta a natočena kolem své svislé osy. Jaký by byl rozdíl oproti rovinnému modelu a jaký by byl vliv změny kolových zatížení při rozjezdu lokomotivy?

Doporučení k udělení titulu Ph.D.

Vzhledem k obsahu práce, vědeckému přístupu k řešení přechodových jevů v oblasti silových poměrů ve styku kolo-kolejnice, vytvoření řady programů a možnosti použití v praxi při řešení silových zatížení komponentů v převodovce,

doporučuji po úspěšné obhajobě udělit panu Ing. Petru Volterovi titul Ph.D.

V Praze dne 21.5.2013

Prof. Ing. Ladislav Rus, DrSc

ČVUT Praha, Fakulta strojní

Technická 4

16607 Praha 6