

Stanovisko školitele k disertační práci

Doktorand: **Ing. Tomáš FRIDRICHOVSKÝ**

Téma disertační práce: **Dynamické vlastnosti moderních pohonů kolejových vozidel**

Školící pracoviště: **U 12 120 Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel,
Fakulta strojní, ČVUT v Praze**

Doktorský studijní program: **Strojní inženýrství**

Studijní obor: **Dopravní stroje a zařízení**

Školitel: **doc. Ing. Josef Kolář, CSc.**

Doktorand Ing. Tomáš Fridrichovský byl po absolvování magisterského studia na FS ČVUT v Praze přijat od října 2013 do prezenční formy doktorského studia na Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel FS ČVUT v Praze. V letech 2014 a 2016 byl řešitelem grantu SGS14/184/OHK2/3T/12 – Dynamika pohonů dvojkolí, dimenzování hnacích náprav kolejových vozidel. V rámci svého doktorského studia získával i odbornou praxi ve VÚKV a.s., kde pracoval na částečný úvazek. Dále byl v průběhu svého doktorského studia zapojen do dílčích výzkumných aktivit v CKDV – WP 10 a ve výzkumném centru NCK1 (DP2 – WP01). Splnil i požadavky pedagogické, kladené v průběhu studia na doktoranda. Státní doktorskou zkoušku složil v červnu 2017. V průběhu doktorského studia se doktorand stihнул oženit a založit rodinu. Tyto významné životní okamžiky se projeví i v prodloužení plnění dílčích úkolů při zpracování disertační práce.

Doktorand v rámci zpracování kritické rešerše studované problematiky dynamických vlastností moderních pohonů kolejových vozidel dospěl těmto základním poznatkům:

- problematiku adheze a vznikem torzního kmitání dvojkolí v pohonech kolejových vozidel se zabývalo velké množství autorů, např. Polach (2004), Markovic (2015) a Schneider a kol. (2018). Všichni tito autoři využívali simulační modely s určitou mírou idealizace a zjednodušení,
- chybí komplexnější model, který by dostatečně kvalitativně popisoval dynamiku plně nebo částečně odpruženého individuálního pohonu dvojkolí a zároveň propojoval dynamický model mechanické části pohonu dvojkolí s modelem elektrické části střídavého trakčního motoru jeho řízení,
- chybí posouzení možností detekce oscilací u moderních střídavých lokomotiv, eventuálně jejich redukce u lokomotiv a jiných kolejových vozidel bez brdových kotoučů na kolech.

Cílem předložené doktorské práce Ing. Tomáš Fridrichovského bylo:

- vytvořit vhodný simulační prostředek (komplexnější model) pro analýzu dynamických

dějů vznikajících ve střídavých pohonech dvojkolí moderních kolejových vozidel, který by dostatečně podrobně popisoval jak mechanické, tak i elektrické děje v pohonech těchto vozidel,

- definovat kritéria nutná pro vznik torzních oscilací dvojkolí za situace, kdy se vozidlo pohybuje po jízdni dráze a pracuje s definovanými hodnotami výkonu při současné proměnlivosti vnějších provozních podmínek,
- nalézt potenciální možnosti detekce a redukce torzních kmitů v individuálních pohonech hnacích dvojkolí částečně a plně odpruženého pohonu. Navrhnout metodu pro ochranu hnacích dvojkolí před vlivem torzních oscilací a vyzkoušet prostřednictvím vytvořených prostředků - modelů.

Z uvedených cílů je patrné, že doktorand se ve své disertační práci zabývá vytvořením komplexnějších simulačních modelů pro analýzu dynamických dějů v plně nebo v částečně odpružených individuálních pohonech dvojkolí moderních, výkonných hnacích kolejových vozidel, které by dostatečně podrobně popisovaly, jak průběh mechanických tak i elektrických dějů vznikajících u těchto vozidel při náhlé změně adhezních podmínek.

Na základě provedených výpočetních simulací se pokusil definovat kritéria nutná pro vznik torzních oscilací dvojkolí za situace, kdy se hnací vozidlo s individuálním pohonem dvojkolí pohybuje po jízdni dráze a pracuje s definovanými hodnotami výkonu při současné proměnlivosti vnějších provozních podmínek (náhlá změna součinitele adheze na jednom nebo obou kolech hnacího dvojkolí).

Spojením modelů mechanického a elektrického systému individuálních modelů pohonů trakčních dvojkolí se doktorandovi podařilo vysledovat úzké propojení zdánlivě oddělených světů mechanické a elektrické vazby. Vyšetřením těchto vazeb obou částí pohonů byl vytvořen systém řízení ASM, určený k detekci a následné redukci výskytu torzních kmitů. Doktorand simulačními výpočty prokázal, že výskyt samobuzených torzních kmitů se již na počátku jejich vzniku výrazněji projeví v rozkmitání průběhu statorových proudů třífázového asynchronního motoru (ASM). Toho lze teoreticky využít k vylepšení funkce protiskluzové či protismykové ochrany hnacího dvojkolí, která účinněji sníží hnací nebo brzdny moment a zabrání nárůstu amplitud samobuzených torzních kmitů nápravy hnacího dvojkolí. Tento rychlejší regulační zásah, tak sníží dynamické namáhání nápravy a může přispět i k vyšší bezpečnosti a životnosti hnacích dvojkolí i dalších konstrukčních částí individuálního pohonu dvojkolí.

Navržený regulační systém byl doktorandem odzkoušen především pouze simulačně na doktorandem vytvořených výpočetních modelech dvou pohonů hnacích dvojkolí (plně a částečně odpružený individuální pohon).

Pro experimentální ověření získaných poznatků Ing. Tomáš Fridrichovský navrhl a společně s doktorandem Ing. Vojtěchem Dybalou v rámci řešení SGS grantů v letech 2018-21 realizoval konstrukční úpravy experimentálního kladkového stendu a modelu dvounápravového trakčního podvozku (měřítko 1:3,5), na kterém bude možné omezené

míře některé poznatky, získané ze zkoumání ztráty adheze u hnacích dvojkolí experimentálně ověřit. Vzhledem k omezením, které vyplývají z dlouhodobého průběhu pandemie Covid 19, však došlo ke zpožděním a ke snížení počtu těchto experimentů a jejich opakovatelnosti. Proto nebyly výsledky těchto experimentů do předložené doktorské práce doktorandem již zapracovány.

Doktorand v předložené doktorské práci předkládá nová teoretická i praktická doporučení, které mohou přinést nové poznatky ovlivňující regulační procesy při řízení moderních střídavých pohonů dvojkolí kolejového vozidla a v namáhání náprav na únavu. Zkušenosti, které získal doktorand v průběhu řešení doktorské práce, mu umožňují rozvíjet své schopnosti v problematice simulace dynamiky jízdy výkonných hnacích kolejových vozidel.

Při své vědecko-výzkumné práci na dílčích cílech doktorské práce doktorand prokázal velmi dobrou orientaci v problematice řešení konstrukce pohonů moderních kolejových vozidel, v tvorbě simulačních a regulačních modelů těchto střídavých pohonů v prostředí Simpack a Matlab Simulink.

Ing. Tomáš Fridrichovský prokázal zpracováním předložené doktorské práce dobré znalosti ve studovaném oboru, prokázal schopnost samostatné vědecké práce a tvorby komplexních simulačních dynamických 3D modelů kolejových vozidel.

Domnívám, že předložená disertační práce splňuje podmínky tvůrčí vědecké práce a **doporučuji** ji přijmout k obhajobě.

V Praze dne 25. 1. 2022

.....
doc. Ing. Josef **Kolář**, CSc.
školitel doktoranda