

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Návrh mechanické části pohonu dvojkolí trakčního podvozku nízkopodlažní tramvaje
Jméno autora:	Bc. Petr Rajdl
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	U 12 120 Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel
Oponent práce:	Ing. Aleš Zikmund
Pracoviště oponenta práce:	Škoda Transportation a.s.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<p><i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i></p> <p>Zadání práce vyžaduje po studentovi prokázání schopností provázat základní teoretické poznatky o konstrukci pohonu v podvozku tramvajového vozidla s konkrétním návrhem pohonu. Zadání diplomové práce považuji za přiměřené požadavkům magisterského studijního programu.</p>	

Splnění zadání	splněno s menšími výhradami
<p><i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i></p> <p>Zadáním diplomové práce bylo studentovi uloženo vypracovat návrh pohonu v podvozku vozidla. Tomu měla předcházet rešerše řešení podobných pohonů u nízkopodlažních tramvají a přehled legislativních a technických požadavků. Měl být vypracován typový výkres nízkopodlažní tramvaje. Dále bylo uloženo provést simulaci jízdy v městském a rychlodrážním provozu a stanovení ekvivalentního trakčního výkonu a silových účinků. Pro pohon měl být vypracován konstrukční návrh. Dále měl být sestaven torzní model sestavy pohonu, stanovení vlastní frekvence a vlastní kmitové tvary torzní soustavy. Na závěr měla být vypracována průvodní technická zpráva a sestavný výkres trakčního podvozku s detailním řešením navrženého pohonu.</p>	<p>Po prostudování diplomové práce konstatuji, že zadání je splněné s těmito poznámkami a výhradami:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Rešerše – legislativní požadavky: Kapitola je přehledně a srozumitelně zpracovaná.➤ Rešerše – řešení pojezdů a pohonů u nízkopodlažních tramvají: S ohledem na zadání diplomové práce jsou podrobně rozebrány doposud realizované systémy pohonů pro nízkopodlažní tramvaje. Malé výhrady mám k chybám v názvosloví, některým číselným údajům. Tyto nedostatky však nemají vliv na správné řešení stěžejní části diplomové práce.➤ Typový výkres a koncept vozidla: V textu je uveden obrázek tříčlankového vozidla, který je převzat z portfolia tramvají Škoda, koncepce FC 33. Vzhledem k velice podrobnému, správnému a vyčerpávajícímu popsání a stanovení potřebných hodnot pro návrh pohonu považuji toto zjednodušení za přijatelné. Textový a grafický popis toho, co chce řešitel sdělit, je v této kapitole příkladné.➤ Koncept pohonu: Malou výhradu mám k některým nedostatečným popiskám grafů, celá kapitola je však plnohodnotně a přehledně zpracována.➤ Návrh hypoidního soukolí: Kapitola je přehledně zpracována a soukolí je vyčerpávajícím způsobem navrženo.➤ Návrh ložisek hypoidní převodovky: Kapitola je opět přehledně zpracována. Řešitel správně navrhl nejdříve levnější řešení, které však nevyšlo, a následně došel postupnými iteracemi k řešení, které lze využít u tramvají s menším zatížením (stoupání do 40‰). Všechny návrhy jsou ve zprávě zaznamenány.➤ Model torzní soustavy pohonu dvojkolí: Kapitola ukazuje velikosti a tvary vlastních frekvencí.➤ Konstrukční řešení pohonu: V této kapitole jsou zdrojem informací 3D obrázky a menší důraz je kladen na 2D výkresy. Toto pojetí sdílení informací však považuji, vzhledem k stěžejnímu tématu diplomové práce, za správné.➤ Závěr: V závěru řešitel naznačuje cestu k realizaci jednostupňové převodovky i pro tramvaje s větším zatížením. Vhodné by ještě bylo provést srovnání s pohonem Combino, protože k němu řešitel získal hodně údajů.



Zvolený postup řešení**správný**

Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.

Student postupoval při řešení úkolů diplomové práce metodicky správně. Výsledkem je funkční výpočet a konstrukční návrh, podle kterého se lze orientovat při dalším vývoji.

Odborná úroveň**A - výborně**

Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

Předložená práce splňuje odbornou úroveň kladenou na diplomovou práci. Kladně hodnotím schopnost využít relativně složitý matematický aparát pro výpočty. Nashromážděné soubory dat a vzorců jsou přínosem pro odbornou veřejnost a najdou využití v dalším profesním uplatnění řešitele. Celkový obsah je přínosný pro strojírenskou praxi.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce**C - dobře**

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Textová a grafická část práce splňuje požadovaný rozsah, má logicky uspořádanou strukturu, avšak obsahuje i několik překlepů. Průvodní textová zpráva není pro čtenáře komfortní, čtenář musí být při čtení diplomové práce pozorný. V popisu značek je někdy použita nesprávná syntax -> podstata, rozvíjející slovo, index. Diplomovou práci může číst i nezasvěcený čtenář, a proto je potřeba používat přesné formulace, aby nedocházelo ke znehodnocování některých technických řešení (například úředníky dopravních podniků). Kvalitně je zpracován 3D model. Výtky mám k přílišné jednoduchosti přiložených výkresů.

Výběr zdrojů, korektnost citací**A - výborně**

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Práce používá zdroje, které jsou v seznamu použité literatury řádně uvedeny.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Konkrétní nedostatky/poznámky:

Povoz - vůz – vozidlo

Str. 19, ... umístění kotouče brzdy na rotoru motoru je nevýhodné... (Vozidlo/vůz má minimálně dva podvozky, resp. minimálně dvě dvojkolí. Při poruše na jednom z nich je možné vozidlo zastavit, avšak na delší dráze), naproti tomu na str. 24, ... umístění kotouče na rotoru je výhodné...

Str. 19/20, podvozek 15T má místo klasických náprav nápravnice s volně otočnými koly..., výška podlahy nad podvozky je 450 mm..., ... kloubový (nebo spojovací) hřídel...

Str. 21, ... v případě pohonu klasické nápravy je spojka k nápravě připojena přes axiální ozubení a zajištěna šroubem uvnitř spojky.

Str. 22, účinnost běžné kuželové převodovky je 95 % versus 98 % na str. 40,

Str. 22, může dojít u vozidla k poškození brzd při uchycení kotouče na nápravě a ovladače na rámu podvozku?

Str. 24, maximální otáčky motoru Siemens 3400 min⁻¹, jaká by byla rychlost vozidla při převodu 5,44?

Str. 27, ojeté kolo 540 mm versus 520 na str. 40.

Str. 42, aerodynamický odpor je dán součinitelem odporu C_x pro celé vozidlo, nikoli jen pro čelo

Str. 44, v popiskách grafu chybí popis čerchovaných křivek.

Str. 46, chybí popis svíslé osy a šedivá křivka je popsána nepřesně (není uvedena hodnota stoupání).

Str. 54, v textu se uvádí redukováné stoupání avšak v názvech grafů a obrázků pouze stoupání.

Str. 57, ... dochází k současnému záběru většího počtu zubů...

Str. 64, ... příliš malé zrychlení (0,45 m/s)...



III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Celá diplomová práce má výbornou obsahovou i grafickou úroveň. Kdyby řešitel odstranil výše zmíněné jazykové a formální nedostatky, mohl by svou práci přihlásit do Soutěže o cenu Emila Škody.

Při obhajobě DP uvítám podrobnější komentář k:

- a) Čas, prostor a energie, to je to co nás obecně omezuje. Proč se uplatňují obě řešení => brzdový kotouč na nápravě/kole, resp. na rotoru motoru?
- b) Jak se dosáhne lomené charakteristiky u duplexní vinuté pružiny, resp. listové?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 20.8.2016

Podpis:

