

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Analýza jízdně-technických vlastností dvounápravového kontejnerového nákladního vozu
Jméno autora:	Bc. Jan Balšán
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	U12120 Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel
Oponent práce:	Ing. Jan Pejša
Pracoviště oponenta práce:	VÚKV, a.s.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Rozsah zadání je poměrně široký a komplexní. Student si pro jeho splnění musel osvojit práci v MBS programu Simpack a 3D CAD programu Solidworks včetně FEM analýzy. Dále pro jeho splnění musel provést analytické výpočty, které se týkaly bezpečnosti proti vykolejení. Ve výpočtech byla zohledněna torzní tuhost vozu a torzní tuhost 40' kontejneru. Analytické výpočty byly také provedeny pro výpočty vypružení. Výsledky výpočtů vypružení a data z 3D CAD programu byly použity pro tvorbu modelu vozu v programu Simpack. S vytvořeným modelem vozu byly provedeny simulace, které pak byly vyhodnoceny.	
Splnění zadání	splněno
<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>	
Práce splňuje všechny body zadání.	
Zvolený postup řešení	vynikající
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Postup řešení je správný, vychází převážně z jednotlivých bodů zadání. Pro vytvoření MBS modelu vozu student vhodně použil data z 3D modelů, FEM výpočtů torzních tuhostí a analytických výpočtů vypružení.	
Odborná úroveň	C - dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Diplomová práce je na dobré odborné úrovni. Student v práci prokázal využití znalostí získaných studiem, zároveň prokázal ovládnutí softwarových nástrojů jako je Solidworks, Simpack a v menší míře Matlab. 3D modely jsou na velmi dobré úrovni a jsou detailní. Díky tomu mohly posloužit k provedení výpočtu torzní tuhosti pomocí FEM analýzy v programu Solidworks. MBS model vozu je na dobré úrovni. Torzní tuhost vozu a kontejneru je v modelu správně implementována. V prvcích primárního vypružení mohl být model detailnější. Hodnoty parametrů vypružení, které určují výsledné třecí síly do svislého, příčného a podélného směru, byly chybně určeny, viz celkové hodnocení.	
Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	C - dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Diplomová práce je logicky a přehledně strukturována. Po grafické stránce je na velmi dobré úrovni. Práce je dobře srozumitelná, hůře srozumitelné jsou pouze kapitoly 6.2 a 6.3. Po jazykové stránce by si text v některých místech zasloužil větší péči. Některé formulace nacházející se v práci jsou z odborného hlediska nepřesné, viz celkové hodnocení. V práci chybí číslování rovnic, které v kapitolách 6.2 a 6.3 ubírá na srozumitelnosti a přehlednosti. V kapitole 4 týkající se vypružení chybí zmínka o třech charakteristikách do směrů x, y, z. Kapitola 4.1.1 Pevnostní kontrola pružnice působí v práci nadbytečně a pro pevnostní kontrolu je výpočet značně zjednodušený.	

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.

Student čerpal z odborné literatury, norem, vědeckých článků a také získával data přímo od výrobců či provozovatelů nákladních vozů. Převzaté prvky jsou v textu řádně odlišeny.

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.

3D modely jsou na velmi dobré úrovni. MBS model vozu by mohl být více detailní, zejména v prvcích vypružení. Vypružení v MBS modelu vozu mohlo také zohledňovat tření mezi ložiskovou skříní a pružnicí. Věrohodnost výsledků simulací jízdně-technických zkoušek je nepříznivě ovlivněna chybně zvolenými koeficienty tření ve vypružení, viz celkové hodnocení.

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.

Diplomová práce je poměrně rozsáhlá a komplexní. Po grafické stránce je zpracována na vysoké úrovni, po jazykové stránce by zasloužila větší péči. Nicméně i přes některé nepřesnosti je práce dobře srozumitelná.

Pro splnění zadání si student musel osvojit práci v programech Solidworks a Simpack. Student provedl analytické výpočty vypružení a pomocí FEM analýzy výpočty torzních tuhostí vozu a kontejneru. Student také provedl poměrně složité odvození výpočtu minimální kolové síly při zkrucovací zkoušce. Odvození je platné pro libovolně ložené 2n vozy s dvoustupňovým vypružením. Následný výpočet bezpečnosti proti vykolejení byl proveden správně. Pro tvorbu MBS modelu vozu student vhodně použil výstupy z programu Solidworks a analytických výpočtů. Vytvořený MBS model vozu správně zohledňuje torzní poddajnost rámu a případně kontejneru, který by byl na voze naložen.

V práci shledávám jednu vážnější chybu. Z dodaného MBS modelu vozu vyplývá, že ve vypružení do směrů x, y, z byl pro simulační výpočty použit součinitel tření 0,4. Tato hodnota odpovídá tření ocel-ocel v jednotlivých kontaktních plochách ale neodpovídá výsledným charakteristikám parabolické pružnice uložené na závěsech. U prvků vypružení reprezentující třecí tlumení ve směrech x, y je také chybně definována normálová síla, ze které se pomocí koeficientu tření vypočítává výsledná třecí síla. Tyto chyby snižují vypovídací hodnotu výsledků simulací jízdně-technických zkoušek.

Celkový dobrý dojem z předložené diplomové práce kazí některé nepřesné jazykové formulace, či překlepy a drobné chyby.

Poznámky k textu:

- U momentů setrvačnosti jsou chybně uvedeny jednotky.
- V tab. 5 je chybně uveden moment setrvačnosti k ose z.
- Vyjádření síly ΔF_z na str. 31 je chybné.

Některé nepřesné formulace:

- Str. 13 „Při odvozování vzorce pro výpočet napětí vychází, že se jedná o nosník stálého napětí čili napětí je v pružnici všude stejné.“
- Str. 59 „Jelikož se jedná o výpočtové simulace jízdy skutečného vozidla po reálné trati, jsou do modelu koleje zavedeny nerovnosti.“

Otázky k obhajobě:

1. Jakou velikost třecí síly má parabolická pružnice na závěsech ve směrech x , y , z při zatížení od prázdného vozu? A jaký z toho vyplývá ekvivalentní součinitel tření do těchto směrů?
2. Ve vyhodnocení simulací jízdně technických zkoušek se v příčném zrychlení rámu vozu objevují vysoké špičky zrychlení. Co způsobuje tento jev a jaké úpravy modelu vozu by tento jev zmírnily či eliminovaly?

Předloženou diplomovou prací vzhledem k rozsahu zadání, náročnosti tématu a správnosti postupu, hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 12.8.2021

Podpis:

