

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Optimalizace parametrů článkové nízkopodlažní tramvaje s neotočnými podvozky
Jméno autora:	Bc. Stanislav Čihák
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel
Oponent práce:	Ing. Jan Čapek, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	VÚKV a.s.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<p>Práce se zabývá koncepčním návrhem článkové nízkopodlažní tramvaje s neotočnými podvozky a optimalizací jejich parametrů s ohledem na snížení silových účinků mezi kolem a kolejnicí. V dnešní době se jedná o velmi významné téma, neboť s tlakem na snižování emisí dochází ve městech k rozvoji a rozšiřování tramvajové dopravy a z důvodu požadavku na snižování energetické náročnosti jsou hledány cesty ke snížení silových účinků a s tím souvisejícím opotřebením kol a kolejnic. Zadání práce zahrnuje vypracování rešerše na téma nízkopodlažní tramvaje, stanovení základních parametrů šestínápravové pětičlánkové tramvaje, sestavení jejího výpočtového modelu v prostředí programu MBS, provedení simulačních výpočtů průjezdu obloukem, porovnání výsledků se čtyřnápravovým vozem s otočnými podvozky, analýzu vlivu parametrů vozidla na silové účinky kolo-kolejnice a následnou jejich optimalizaci. Rozsah zadání je tak velice široký a k jeho splnění je potřeba využít široké znalosti v oboru kolejových vozidel.</p>	

Splnění zadání	splněno
Všechny body zadání jsou beze zbytku splněny.	

Zvolený postup řešení	správný
<p>Postup řešení je zcela správný a sleduje jednotlivé body zadání. Nejprve byla vypracována rešerše na téma nízkopodlažní článkové tramvaje s neotočnými podvozky, poté byl proveden základní návrh tramvaje spočívající ve stanovení jejich rozměrů s ohledem na konstrukční obrys a dalších hlavních parametrů jako hmotnosti a tuhosti vypružení. Koncepce podvozků je převzata z tramvaje Škoda Forcity Classic 26T. Tuhosti vypružení jsou stanoveny zjednodušeně analyticky z poměru užitečného zatížení a zvolené deformace jednotlivých stupňů vypružení. Byla rovněž provedena zjednodušená analytická kontrola odlehčení kol na zborcené koleji a stanovení poměru Y/Q v oblouku jako ukazatele bezpečnosti proti vykolejení. Poté byl sestaven MBS model vozidla a pro porovnání rovněž čtyřnápravové tramvaje s otočnými podvozky, které jsou však svými parametry (až na otočnost) shodné s podvozky tramvaje článkové. S oběma modely byly provedeny výpočty průjezdu obloukem. Pro vybrané parametry článkové tramvaje byla poté provedena analýza ke zjištění jejich vlivu na silové účinky kolo-kolejnice a opotřebením kol a kolejnic. Následuje interpretace výsledků a doporučení k volbě vybraných parametrů článkové tramvaje s ohledem na co nejnižší účinky na trať v oblouku.</p>	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<p>Práce je řešena na poměrně vysoké odborné úrovni. Část práce věnující se stanovení základních parametrů vypružení mohla být propracovanější a mohla se věnovat i návrhu konkrétních pružících prvků, aby autor prokázal i hlubší znalosti v této oblasti.</p>	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

A - výborně

Průvodní zpráva je přehledně strukturovaná a srozumitelná, výkresová dokumentace, použité obrázky a výsledky prezentované formou grafů jsou po obsahové i grafické stránce na vysoké úrovni. Rozsah práce je přiměřený, samotná práce je věnována cca 100 stran, ty jsou pak ještě doplněny několika stránkami s výkresy a grafy s výsledky ze simulačních výpočtů.

Výběr zdrojů, korektnost citací

B - velmi dobře

V průvodní zprávě je odkazováno na poměrně bohatý seznam v drtivé většině internetových zdrojů, obsahující odkazy na produktové listy, Wikipedii apod. Převzaté prvky jsou v textu vždy správně odlišeny. Nejsou zde uvedeny žádné normativní dokumenty, přestože seznámení se s nimi by bylo v průběhu řešení práce vhodné.

Další komentáře a hodnocení

Práce pokrývá hlavní oblasti procesu základního návrhu vozidla – řešerše dané problematiky, základní návrh vozidla s využitím analytických rozborů, tvorba simulačního modelu MBS, výpočtové simulace a interpretace jejich výsledků, optimalizace vybraných parametrů vozidla. Jednotlivé kroky řešení na sebe logicky navazují, vše je v předložené (až na drobné výjimky) práci dobře vysvětleno a zdůvodněno. Práce působí uceleně, jejím výsledkem je navržené tramvajové vozidlo s optimalizovanými parametry z hlediska snížení namáhání koleje v obloucích velmi malých poloměrů.

Především část práce věnující se návrhu parametrů vypružení by si však zasloužila řešit detailněji. Jsou zde pouze vyhodnoceny svislé tuhosti pružin (v obou stupních navíc uvažovány pouze s lineárními charakteristikami) na základě užitečného zatížení a daného (bez bližšího komentáře) užitečného sednutí pružin. Ostatní parametry vypružení – tuhosti v příčném směru, parametry torzního stabilizátoru – jsou uvedeny bez bližšího komentáře k jejich volbě. Kdyby byl např. proveden návrh ocelové vinuté pružiny (včetně pevnostní kontroly), práce by působila ještě uceleněji.

Je rovněž škoda, že provedená analýza vlivu parametrů vozidla na síly v kontaktu kolo-kolejnice v oblouku nebyla provedena pro více parametrů, např. tuhosti vedení dvojkolí, což je parametr, který může mít na sledované vlastnosti vozidla významný vliv.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Všechny body zadání byly splněny, některé by si však zasloužily detailnější rozpracování. Všechny provedené výpočty a analýzy byly provedeny správně, bohužel v případě návrhu parametrů vypružení až příliš zjednodušeně. Největší prostor je věnován simulačním výpočtům, na základě čehož lze konstatovat, že autor prokázal velmi dobré zvládnutí základní práce v prostředí výpočtových programů typu MBS, což je samozřejmě v dnešní době v praxi hojně využívaný nástroj a je tedy předpoklad, že je z tohoto pohledu dobře připraven na budoucí práci v oboru. Je škoda, že část práce věnující se analytickým výpočtům je příliš stručná a nejde příliš do hloubky, čímž by autor měl možnost šířeji prokázat i teoretické vědomosti v oblasti strojního inženýrství a schopnost jejich využití pro základní analýzy. Tyto schopnosti jsou nakonec v praxi důležitější než zvládnutí nástroje v podobě výpočtového programu MBS.

Dotazy k obhajobě:

- V předložené práci se hojně vyskytuje veličina „index opotřebení“. Jak je tato veličina fyzikálně definovaná?
- Pro uvažované tramvajové vozidlo byl vybrán pohon asynchronním motorem s dvoustupňovou kuželočelní převodovkou. Jaká další typy pohonů se u moderních tramvajových vozidel v současné době vyskytují? Jaké jsou výhody a nevýhody?

Vzhledem k rozsahu a kvalitě diplomové práce ji hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Datum: 29.8.2022

Podpis:

