

na téma Návrh jednonápravového podvozku osobního vozu pro regio-  
nální dopravu

Těžištěm diplomové práce byla výzkumná a projekční činnost směřující k vytvoření nového typu jednonápravového podvozku s vlastnostmi optimalizovanými pro provoz na vedlejších, zejména obloukovitých tratích. Předpokládala jednak užití standardních školních vědomostí k vytvoření obvyklých uzlů podvozku, jednak určitý výzkum či intuici k vtělení nových vlastností. Těmi mělo být zejména uvolnění dvojkolí nesoucího vozovou skříň do stavu co nejbližšího volnému dvojkolí.

Jako vedoucí DP jsem instruoval p. diplomanta, že stejně jako výsledný produkt má hodnotu i dokumentovaný tvůrčí postup řešitele, tedy "technologie" tvůrčího myšlení, zvolená metodika cesty k výsledku.

Domnívám se, že poměrně rozsáhlá DP tuto metodiku představuje velmi názorně, podrobně, a že metodika je zvolená správně. Lze usuzovat, že diplomant projevil schopnost tvůrčí práce.

Na druhé straně nejsem plně spokojen s výsledným projektem, u něhož shledávám určitý dluh z hlediska dopracování a, bohužel, také určité zatížení chybami, jak početními, tak v logice uvažování.

Za zcela zbytečné považuji prohršky téměř formálního charakteru:

- diplomant střídavě pracuje s čísly přesnými a s čísly zaokrouhlenými /např. s. 27: 48,36, 68,18; grafy na s. 30: 48, 68/

- toto zaokrouhlování je někdy navíc provázeno chybami /např. 27: 26,39, 36,30; v grafu 7: 28, 38; v tab. 12: 25, 40/

- je určena numerická hodnota a teprve v průběhu dalšího postupu je jí přiřazeno písmenné označení /např. tab. 10: 48,36, 68,18; str. 33:  $G_{2p}$ ,  $G_{2z}$ /

- v některých případech se numerické chyby vyskytují zcela zjevné příčiny /např. v tab. 16 je: 57,93 53,29 5,14  
78,73 72,43 6,15

má být: 57,93 52,79 5,14  
78,83 72,68 6,15;

záhadná jsou čísla 134,69 a 95,31 v tab. 21/

- z hlediska školní teorie lze mít výhrady k některým diplomantovým výkladům /např. ke zdánlivému statickému sednutí při pro-

gresivní charakteristice pružiny na s. 35 dole nebo k zaměňování způsobů namáhání u pružiny jako konstrukčního dílu s namáháním průřezu její tyče v odd. 2.2.1/

- vyskytuje se, bohužel, i chybná interpretace jinak správného výpočtu /např. na s. 52 a 53 jsou vypočteny doporučené rozsahy tlumičích konstant pro prázdný vůz a pro zatížený vůz, přičemž výsledné doporučení představuje souhrn obou množin místo jejich průniku/

- příp. i logický "skok" /u vztahu (76) na s. 59 je žádoucí nejen upřesnění  $\varphi$  na  $\sin\varphi$ , ale ještě chybí převodní koeficient míry obloukové na stupňovou; následující tabulka však má hodnoty správné/

Chtěl bych vřít, že toto je důsledek časové tísně a nedostatku kontroly. V dalším se proto zaměřím na významnější případy.

V kapitole 1.6. týkající se obrysu pro vozidla a zejména v obr. 5 jsou zcela pominuta ustanovení o výškových polohách skříně a o nakloněných okolo obou vodorovných os.

Je nelogické, že podle grafu na str. 32 diplomant pro první stupeň vypružení vybral "červenou" pružinu, která ve vyznačeném pásu provozního zatížení vykazuje sednutí pouhých 10 mm, zatímco u běžných osobních vozů, bez požadované optimalizace, se používá kol 20 mm a "zelená" pružina nabízí aspoň 17 mm. Pokud nehledal další měkčí pružinu, měl použít "zelenou". Tato chybná volba se pak projevuje /s. 36/ nevhodným poměrem tuhostí, až 1 : 4,88, a zbytečně vysokými vlastními frekvencemi, zejména na nouzovém uložení /s. 39 a 45/.

Na chybnou volbu se však navíc superponuje chyba: diplomant - zřejmě záměnou hodnot - uvažuje sednutí od obsazení v I. stupni 28 mm místo 10 mm, čímž jsou znehodnoceny následující bilance výškových poloh, počínaje obr. 9. Uváží-li se dále, že vzduchová pružina má možnost sednutí ze své nominální polohy na narážku 26 mm /str. 50 dole/ a narážka, tj. vypružená kluznice sedne o dalších 19,80 mm /str. 34 nahoře/, má být na obr. 9 místo hodnoty 73 mm správně  $10 + 26 + 19,8 = 55,8$  mm a tedy rezerva místo 17 mm je 34,2 mm. Tato rezerva ještě může být zvětšena, užije-li se vypružená kluznice v částečně předepjatém stavu.

Zmíněné nedostatky tak nakonec vedou k paradoxu, že diplomantem navržené vypružení by z důvodu výškové bilance u vozů s přečhodovými mřstky vůbec nemohlo být použito /např. u vozů ř. 010 po úpravě na sdruženou dvojici/.

Projekt se dále vůbec nezabývá systémem výškového stavění po ojetí kol, a to ani předpisově /kdy a kde se staví a o kolik/, ani

konstrukčně /vyznačením na sestavě podvozku/.

U vypružené kluznice není provedena kontrola na pevnost pryže, u tlumičů nejsou určeny konkrétní hodnoty tlumicích konstant a tedy ani specifikovány tlumiče z hlediska délkových rozměrů a zabudovacích měr.

Od výpočtu příčného vypružení /bod 3 zadání/ bych očekával podrobnou bilanci možných pohybů ve vazbě na tuhost příčného vypružení, zejména velikost výchylky kvasistatické /při mezním nedostatku převýšení/, navazující výchylku dynamickou a polohu narážky. Namísto toho DP operuje pouze slovně zmínkou o svislém čepu z hlavního příčnicku /str. 57/ - ten však podle výkresu spodku vozu je kotven pouze do 8 mm silného vodorovného plechu a výškově vůbec nedosahuje do podvozku, resp jeho dosedací plocha není nijak specifikována - zatímco sestava podvozku ukazuje pouze nekótovaný otvor vybavený pevnými narážkami, ty jsou však v textu /oddíl 4.1.3. na konci/ uváděny jako vypružené a v tab. 1 je - bez bližšího zdůvodnění - uvedena hodnota  $w = 37 \text{ mm}$  /světlost nebo po stlačení?/.

Podobně jako neexistuje výkresové vyjádření uzlu příčného vypružení, neexistuje ani výkresové vyjádření omezení natáčivosti podvozku, kde měl být zřejmý rozdíl při volném a nuceném natáčení; taktéž postrádám aspoň schematické vyznačení způsobu pohonu natáčení.

DP - na str. 25 - uvádí, že zlepšení funkce rejdrovnosti se má dosahovat minimalizací tření a vratných momentů při natáčení podvozku. Tyto aspekty však nadále nejsou sledovány ani v technickém, ani ve funkčním popisu podvozku /oddíly 4.1. a 4.2./, a sestavný výkres podvozku ukazuje horní desku vzduchové membrány volně podloženou pod hlavní příčník vozové skříně bez jakéhokoliv svázání. Lze se domnívat, že deska má být k hlavnímu příčnicku přišroubována /aby spojení bylo funkční z hlediska příčného pružení - pak není řešeno zajištění šroubů a ty jsou namáhány na stříh/, čímž však natočený podvozek podléhá vratnému momentu membrán. Nebo jsou membrány určeny k podélnému posmykování, čímž však vyvozují třecí síly. Na dovršení problému se do tohoto uzlu má vkládat "ocelový plech odpovídající tloušťky" výškového stavění nárazníků /str. 56/.

Sestava podélného vedení podvozku /bod 4 zadání/ není kreslena vůbec, textová část neobsahuje ani bilanci sil, ani pevnostní analýzu potřebnou k dimenzování.

Při hodnocení bezpečnosti proti vykolejení podle kriteria procentuelního odlehčení nabíhajícího kola /str. 44/ diplomant odlehčení od vzestupnice a odlehčení z titulu seřízení na kolové váze

porovnává mezi sebou, místo aby hodnotil jejich součet.

K výkresové dokumentaci: Na výkrese sestava podvozku /který má funkci projektu a měl by být postačující pro navazující konstrukční práce/

- není řešeno zejména umístění a ovládání regulačních ventilů vzduchového vypružení, sestava příčných narážek, minimalizace tření a vratného momentu při natáčení podvozku, napojení mechanismu nuceného natáčení, konkretizace brzdových jednotek, napojení ruční brzdy

- nejsou zakresleny požadované tvary a polohy spolupracujících dílů na spodku vozu, zejména protikusy nouzového uložení, protikusy podélných narážek /a to v žádné ze dvou řešených variant/, střední svislý čep, polohy ok tlumičů a táhel

- není zabráněno odlehnutí podvozku při zvedání skříně vozu ani odlehnutí dvojkolí při zvedání rámu podvozku /pryžové pružiny jsou namáhány na roztřžení/

- nejsou kótovány mnohé důležité míry, např. výška spodku vozu nad TK, svislé vřle v obou stupních vypružení, příčné a podélné vřle v narážkách, rozměry dvojkolí v příčném směru, příčná báze prvního stupně vypružení, velikosti ramen pákové brzdy

- v rozpisce mají být vykázány konstrukční skupiny podvozku, nikoli náhodné díly; chybí vykázání dvojkolí, ložisek, brzdových jednotek aj.

- celková hmotnost podvozku má vycházet jako součet dílčích hmotností v rozpisce.

Sestava podélného vedení podvozku s možností případného natáčení /bod 4 zadání/ není vypracována vůbec.

Výkresy kovových pružin /bod 4 zadání/ ztratily aktuálnost, neboť v podvozku nejsou užity.

Požadavek přednostně se zaměřit na poměry vozu řady O10 /bod 1 zadání/ nebyl sledován vůbec. Diplomant to zdůvodňuje

- nedostupností výkresové dokumentace /str. 9/ - bohužel se nepokusil ani o seznámení se skutečným vozem v ŽOS nebo DKV

- zpochybnutím přínosu ze zlepšení průjezdu obloukem u vozu ř. O10 /s rozvorem 8,0 m/ - což je ovšem závažný omyl.

K jednotlivým požadavkům směrnic:

Ad 1. Nelze konstatovat úplné naplnění zadání. Některé části chybí zcela /sestava podélného vedení s možností natáčení, studie minimalizace tření a vratných sil natáčeného podvozku včetně užití aplikace/, některé nejsou dopracovány do konkrétního vyjádření

ani výkresově, ani potřebnou numerickou analýzou /sestava příčných narážek, nucené natáčení/. Nebyl respektován požadavek přednostního zaměření na vůz řady 010.

Ad 2. Diplomant postupoval samostatně v tom smyslu, že zvolil vhodnou metodiku přístupu k řešení problematice a správně aplikoval učivo daného oboru. Uvádí 15 položek použité literatury, získává informace cestou internetu. Na závadu byl poněkud pomalejší postup řešení, jehož důsledkem bylo jednak určité nedopracování, jednak chyby, které by jinak mohly být odstraněny samokontrolou nebo konzultacemi.

Ad 3. Z praktickou cestou získaných podkladů DP dokládá jednak moderní pohled na koncipování skříňového vozu, jednak vstupní podmínky přívodu tlakového vzduchu pro vypružení /str. 28/; bohužel nebylo úspěšné opatřování dokumentace vozu ř. 010. Podklady z odborné literatury a z internetu diplomant získával v potřebném rozsahu.

Ad 4. Odborná úroveň DP je hodnotná v metodické oblasti. Jednotlivé konstrukční uzly řešeného podvozku však většinou nejsou dopracovány do konkrétního technického vyjádření v úrovni projektu. Přínos DP pro obor není zřejmý, a to jednak proto, že diplomant nepředkládá řešení prokazatelně výhodnější proti dosavadním, jednak proto, <sup>že</sup> nesledoval aplikaci řešení u stávajících vozů ř. 010.

Diplomovou práci klasifikuji

d o b ř e . . . 3,0

V Praze 8. června 2009

*Zdeněk Maruna*  
Ing. Zdeněk Maruna