

Jiří Izer

Vozidlo a kolej

Klíčová slova: *charakteristiky kontaktní geometrie dvojkolí–kolej, neklidný a nestabilní chod vozidel, změněné podmínky jízdy vozidel na modernizovaných tratích a problematika technického stavu vedení dvojkolí.*

1. Úvod

Vzájemný vztah vozidla a koleje byl a patrně stále je, kromě vedení v obloucích koleje, vnímán jako problém odezvy jízdy po koleji v jejích účincích na skříň vozidla a cestující. Takovéto chápání u té části odborné veřejnosti, která je profesně spojena s provozem vozidel, vedla k posuzování chodových vlastností vozidel zpravidla při prototypovém řízení jízdní zkouškou na vybrané koleji, povětšinou ŽZO, porovnáním se stanovenými kritérii. Jednalo se přitom samozřejmě o zkoušení vozidla v novém stavu. V provozu potom mělo být vozidlo udržováno ve stavu, který byl stanoven předpisy, jejichž ustanovení zpravidla vycházela z doporučení výrobce, nebo ze zkušeností. Není třeba zvlášť zdůrazňovat, že v souvislosti s chodovými vlastnostmi se jednalo o problematiku údržby pojezdové části vozidel. Stále více omezované prostředky na údržbu vozidel a bohužel nejen ty, vedly ke stavu, že v mnohých případech nebyla ustanovení zmíněných předpisů údržby respektována. Často z toho důvodu, že jejich znění nebylo pro další provoz vozidel vždy jednoznačné. Skutečné chodové vlastnosti, které se od vlastností zjištěných při zkouškách velmi často lišily, samozřejmě, že směrem k horšímu, byly připisovány, mírně řečeno, neuspokojivému stavu kolejí.

U druhé části odborné veřejnosti, která se zabývá stavbou a údržbou koleje, byl vzájemný vztah s vozidly vnímán spíše z pohledu možností dosáhnout udržení provozu při trvale omezovaných a minimálních časových a finančních nákladech. Ačkoliv sám nejsem v této části odbornosti činný, měl jsem částečně možnost se s touto problematikou seznámit jednak v době mého počátečního působení u ČSD, jednak při vypracovávání řady posudků souvisejících s vyšetřováním nehod vykolejením. Geometrická poloha koleje byla udržována podle ustanovení známé normy ČSN 736360, která v provozu umožňovala při chápání odchylek od její jmenovité polohy, uváděných jako “nemá být větší než”, značnou benevolenci. Kolej, uváděnou do provozu po větších opravách na hranici stanovených odchylek, potom vozidla velmi rychle degradovala svými pochopitelně zvýšenými silovými účinky.

To vyvolávalo další a častější potřebu zásahu údržby do koleje. Ne nadarmo již začátkem 70. let zástupci francouzských železnic na jimi organizovaném semináři v Praze prohlásili, že nejsou tak bohatí, aby si mohli dovolit provozovat kolej ve špatném stavu. Špatná kolej přitom nebyla jenom vozidly intenzivněji destruována, nýbrž byla i příčinou rychlejší degradace parametrů vozidel.

Až dosud zjednodušeně popsaná situace odráží období, kdy neexistovaly dnešní technické možnosti popisu koleje i vozidel ve vztahu ke koleji. Tyto možnosti od té doby pokročily nejen ve vyspělém světě, ale i u ČD. Objevily se nové souvislosti ve vzájemném vztahu vozidla a koleje a tudíž i nové požadavky na jeho hodnocení v souvislosti s přípustností vozidel do provozu a s kvalitativními parametry koleje. V nedávné době byla v tomto duchu přepracována i zmíněná norma ČSN 736360, která svými ustanoveními již přesněji definuje a garantuje i provozní stav koleje. Proces jejího plného uplatnění je však ihned možný jen na modernizovaných úsecích.

Prof. Ing. Jiří Izer, CSc., nar. 1937, Dopravní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice, katedra dopravních prostředků, dislokované pracoviště Česká Třebová. Profesor v oboru dopravní prostředky a infrastruktura, zabývá se problematikou provozu a konstrukce kolejových vozidel zejména s ohledem na interakci vozidlo kolej.

V teorii vozidel byly učiněny též značné pokroky jak u jednotlivých železničních správ, tak i v mezinárodní spolupráci.

V následujícím pojednání, bez nároku na úplné vyčerpání problematiky, se pokusím objasnit v čem se podstatně liší poměry dnešní od výše uvedených poměrů z nedávné minulosti.

2. Geometrický vztah dvojkolí - koleje

Vzájemný vztah mezi vozidlem a kolejí se především v příčném směru odvíjí od stanovených a samozřejmě i provozovaných geometrických charakteristik obou komponentů, tedy železničního dvojkolí a koleje. V procesu vývoje železniční dopravy už v minulém století byly ve vzájemné spolupráci vzdělaných techniků vytvořeny základní rozměry obou komponentů, které byly důležité pro vedení vozidla kolejí nejen na přímé, ale také v obloucích a zejména ve výhybkách.

Bylo tak postupně rozhodnuto:

a) u koleje o:

- definici a hodnotě rozchodu koleje v přímé, obloucích a výhybkách, (1435 mm),
- tolerancích v rozchodu a jejich změnách podél dráhy,
- tolerancích v křivosti oblouků,
- vzájemné výškové poloze kolejnicových pásů a jejich tolerancích v přímé a obloucích,
- přesné definici kolejových útvarů jako jsou přechodnice, vzestupnice, komponenty výhybek,
- definici tvaru hlav kolejnicových pásů vypuklého charakteru.

b) u dvojkolí o:

- umístění okolků mezi kolejnicovými pásy,
- hodnotě rozkolí, tedy vzájemné vzdálenosti vnitřních čel kol a jeho tolerancích (1360 mm),
- rozchodu okolků nového dvojkolí, tedy předpokládané maximální vzájemné vzdálenosti vnějších čel okolků měřené 10 mm pod styčnou kružnicí (1426 mm),
- tloušťce a výšce okolků v novém stavu jízdního obrysu i o jejich mezních provozních hodnotách,
- definici tvaru jízdního obrysu dvojkolí, tedy o tvaru plochy, jejímž prostřednictvím se kola valí po kolejnicích i o tvaru okolku, jímž je omezován příčný pohyb dvojkolí vůči koleji a zajišťován průjezd výhybkami (do tohoto tvaru se dvojkolí upravuje při výrobě i následných reprofilacích),
- průměrech kol železničních dvojkolí a jejich rozdílu na jedné nápravě.

Všechny z uvedených parametrů dvojkolí byly odvozeny především s ohledem na zajištění průjezdnosti výhybkami jak z hlediska spolehlivosti vedení vozidla tak i z hlediska minimalizace opotřebení jejich dílů.

Je proto pochopitelné, že jakákoliv změna, k níž může vývoj v té či oné oblasti dospět, musí být oběma složkami železniční dopravy pečlivě posuzována.

Pokusme se nyní problematiku geometrického vztahu dvojkolí a koleje zhodnotit z pohledu uplynulých let vývoje.

- Rozdíl v rozchodu koleje a dvojkolí záměrně vytvořil možnost určité pohyblivosti dvojkolí vůči koleji v rámci tzv. rozchodového kanálu.
- Profily hlav kolejnic se ustálily na téměř shodném tvaru až na nevýznamné odchylky šířky podle jejich hlavních parametrů (hmotnost na bm, výška, šířka paty).
- Kolejnice byly a jsou ukládány s určitým úklonem vůči rovině pražců (1:20, 1:40, 1:∞).
- Jízdní obrys dvojkolí byl původně tvořen dvojitou kuželovou plochou 1:20/1:10 nebo 1:40/1:20. Tento tvar zajišťoval na přímé koleji samočinné středění dvojkolí kolem polohy odpovídající stejným průměrům obou kol, a to u zcela volného dvojkolí kinematickým vynucením tzv. sinusového pohybu v rámci vůlí

v rozchodovém kanálu koleje. V případě malého rozdílu v průměrech obou kol (do 0.5 mm) si dvojkolí totiž samo novou centrovanou polohu vytvořilo. Při jízdě oblouky se příčným posunutím nabíhajícího dvojkolí k vnějšímu kolejnicovému pásu a významným rozšířením rozchodu koleje vytvořil určitý rozdíl v okamžitých poloměrech kol valení po koleji, který je pro průjezd obloukem potřebný.

- Vytvářený rozdíl v poloměrech kol při jízdě oblouky byl nedostatečný pro většinu poloměrů oblouků, což bylo příčinou značného opotřebení okolků i jízdní plochy.
- O výše uvedeném fenoménu vedení dvojkolí kolejí rozhodovalo jenom samotné dvojkolí kuželovitostí své jízdní plochy bez ohledu na nepřesnosti tvaru profilů hlav kolejnic, na jejich úklon, na rozchod koleje.
- Dvojkolí, vázané významně tuhou vazbou k rámu vozidla a vystavené setrvačným silám a momentům při reálných rychlostech jízdy, bylo nuceno ke klouzavým pohybům po kolejnicích spojeným se vznikem skluzových sil, jejichž účinkem se vlnivý pohyb v koleji tlumil.
- S dotykem kuželové plochy kola s vypouklým povrchem hlavy kolejnice byl spojen vznik malé kontaktní plošky s vysokou koncentrací namáhání, s plastickými deformacemi a opotřebením jízdní plochy.
- Uvedeným opotřebáváním jízdního obrysu se významně měnily podmínky vedení dvojkolí kolejí v přímé i v oblouku koleje, což bylo příčinou velmi odlišných (zhoršených) chodových vlastností proti stavu při zkoušení vozidla s kuželovým jízdním obrysem.

Obr. 1 Grafické znázornění výpočtů s opotřebeným a rekonstruovaným vedením dvojkolí. Síly na 4. nápravě.

- Pracovníci železničního výzkumu si uvědomili, že postupná změna tvaru jízdní plochy se s kilometrickým průběhem velké části vozidel na kolejích, charakterizovaných úklonem kolejnic, stabilizovala do určitého křivkového tvaru. Po letech výzkumu tento poznatek vyústil u německých drah do návrhu tzv. opotřebeného jízdního obrysu S 1002 UIC-ORE, jehož tvar byl přenesen ze statisticky vyhodnoceného opotřebeného jízdního obrysu na kolejích DB s úklonem kolejnic 1:40. Cílem tohoto návrhu bylo docílit podstatně vyšších kilometrických výkonů dvojkolí bez potřeby reprofílace, zlepšení vodicích vlastností v oblouku a zvýšení bezpečnosti proti vykolejení (úhel sklonu okolku opotřebeného je větší než určoval kuželový obrys). Konstrukce pojezdů byla již tomuto tvaru jízdního obrysu přizpůsobena tak, aby vozidla vykazovala požadované kvalitní chodové vlastnosti při rychlostech tehdy provozovaných tj. do 200 km/h.
- ČSD jízdní obrys S1002 UIC-ORE nekriticky převzaly bez ohledu na odlišný úklon kolejnic (1:20) používaný v celé síti. Tento jízdní obrys se v nekompatibilních podmínkách velmi rychle měnil zejména změnou tvaru jízdní plochy (valením po kolejnicích s úklonem 1:20), aniž by tomu technické složky vozby přikládaly větší význam. Současné zavedení mazání okolků u hnacích vozidel totiž pomohlo splnit hlavní očekávaný přínos tj. snížení opotřebení okolků a zvýšení kilometrických průběhů dvojkolí vozidel. S významnou změnou tvaru jízdní plochy však u podstatné části vozidel, zejména osobních vozů, vznikly zcela odlišné podmínky pro vedení dvojkolí v koleji, než pro které byly pojezdy vozidel původně koncipovány. V neklidnosti chodu nebyly spatřovány důsledky těchto tvarových změn jízdních obrysů, nýbrž jen po léta vnímaný důsledek nepřilíživé kvality polohy koleje. Přitom vůbec nebylo sledováno, že se nedůsledně prováděnou údržbou zejména pojezdových částí některých vozidel zásadním způsobem změnila koncepce například jejich vedení dvojkolí. Vedení dvojkolí, které mělo malé, případně předpisem omezené vůle a které bylo původně s celým podvozkem do provozu schválené, se postupně stalo vedením s vůlemi velkými, takže dvojkolí je v rámu podvozku vedeno jen vodorovnou poddajností pružin prvotního vypružení. Nelze se pak divit, že vozidla s touto novou provozem vytvořenou koncepcí, nejsou v nových výše uvedených podmínkách schopna zajistit zejména na modernizovaných tratích klidný chod, který nejenže zhoršuje pohodlí cestování, ale i postupně degraduje zejména směrovou polohu koleje. **Obr. 1** na dílčích výsledcích simulačního výpočtu jízdy osobního vozu ř. B s podvozky Görlitz V, který při jízdě ve vlaku vykazoval velmi neklidný chod, ukazuje vznikající rozdíl v účincích podvozku na trať ve srovnání s účinky jiného vozu, jehož vedení dvojkolí bylo v pořádku. Jejich dvojkolí jsou s konkrétně změřenými jízdními obrysy, vedena s konkrétně změřenými vůlemi ve vedení a konkrétně změřenou příčnou tuhostí pružin prvotního vypružení. Podrobnějším rozбором bylo možné učinit poznatek, že vzniká až šestinásobný příčný silový účinek vozidla na kolej při vedení dvojkolí opotřebeném.
- Mezitím pokročil stupeň poznání a možnosti měřicí techniky tak, že je možné velmi podrobně hodnotit i kontaktní poměry mezi dvojkolím a kolejí v jejich reálném tvaru zejména po stránce geometrických charakteristik, které jsou pro vedení vozidla kolejí určující. Lze bez nadsázky konstatovat, že přínos nové měřicí a výpočetní techniky znamenal pro tuto problematiku obdobnou změnu, jako kdysi proé medicínu rentgen. Již v dřívějších publikacích [1, 2] byly definovány zmíněné charakteristiky, a to:

- **ekvivalentní kuželovitost** v závislosti na amplitudě y_0 vlnivého pohybu dvojkolí v koleji,
- **delta-r funkce** jako rozdíl poloměrů okamžitých valivých kružnic kol v závislosti na příčném vychýlení y_d dvojkolí z centrované polohy v ose koleje,
- **tangens-gama funkce** jako rozdíl hodnot tangent úhlů dotkových rovin kol s kolejnicemi (nebo normál k těmto rovinám) opět v závislosti na příčném posuvu y_d dvojkolí z osy koleje.

Na **Obr. 2** jsou ukázky uvedených funkčních závislostí pro jmenovitý jízdní obrys a novou kolejnici vedle případu jízdního obrysu změřeného na konkrétním vozidle a kolejnici, jejíž profil byl změřen na trati. Vedle ukázek názorného přiřazení bodů dotyku kol s kolejnicemi v závislosti na příčném posunutí dvojkolí z centrované polohy v koleji (y [mm]) jsou v obrázcích znázorněny průběhy jednotlivých charakteristik, které se ve vztahu dvojkolí vozidel a koleje projevují takto:

1. Zvětšující se hodnota **ekvivalentní kuželovitosti** (λ_{ekv}) zkracuje délku vlny pohybu volného dvojkolí a tím zvyšuje frekvenci tohoto pohybu, setrvačné účinky dvojkolí při určité rychlosti jízdy a tendenci k neklidnému až tzv. nestabilnímu chodu. Obecně však větší hodnota λ_{ekv} vyjadřuje větší kinematickou vazbu dvojkolí k ose koleje, jednoduše řečeno, dvojkolí je vedeno k důraznějšímu sledování směrových nerovností koleje.
2. Průběh **delta-r funkce** ukazuje, jak se zvětšuje rozdíl poloměrů okamžitých valivých kružnic dvojkolí s příčným posunem dvojkolí. Strmé omezení na obou stranách příčného posunutí dvojkolí ukazuje na vymezení rozhodového kanálu koleje okolky dvojkolí. Jsou-li oba poloměry kol dvojkolí stejné, má delta-r funkce nulovou hodnotu v ose koleje, respektive dvojkolí je v obecném případě různých poloměrů a profilů jak kol tak i kolejnic kinematicky středěno svým vlnivým pohybem do té polohy v koleji, ve které mají obě kola stejný poloměr valení.
3. Zvětšující se hodnota **tangens-gama funkce** vyjadřuje, jak roste vratný silový účinek koleje na dvojkolí s jeho příčným vychýlením z osy koleje. Tato funkce představuje v podstatě pružnou vazbu dvojkolí ke koleji vyvolanou tíhou spočívající z dvojkolí na koleji. Tato vazba středí dvojkolí do té polohy v koleji, při níž má tangens-gama funkce nulovou hodnotu. U stejných jízdních obrysů kol na obou stranách dvojkolí s nulovou diferencí mezi poloměry kol a při stejných příčných profilech hlav kolejnic je tato **funkce symetrická** kolem osy koleje a dvojkolí je tudíž středěno do této osy. Tato funkce je jedinečným důsledkem křivkových a tedy z přirozeného opotřebením vycházejících jízdních obrysů.

Poznámka: Z bodů 2 a 3 vyplývá, že v provozu se může stát, že účinkem obou funkcí kontaktní geometrie (pokud jsou nesymetrické) může být dvojkolí současně středěno kolem dvou poloh v ose koleje, což vede zajisté k neklidu dvojkolí a ke zhoršení chodových vlastností vozidla a ke zvýšení opotřebením jak jízdních ploch kol, tak i hlav kolejnic [3].

Ukazuje se, že hodnoty těchto charakteristik jsou velmi závislé na těch parametrech koleje a dvojkolí, o nichž bylo pojednáno v úvodu příspěvku. Protože se vzájemný vztah dvojkolí a koleje velmi důležitou měrou uplatňuje na chodových a vodicích vlastnostech pojezdů vozidel, je nutné si uvědomit, že k dosažení cíle, tedy ke zvětšenému kilometrickému výkonu vozidel a sníženým nákladům na údržbu vozidel i tratí, vede jedině důsledné dodržování těch rozměrových parametrů koleje a dvojkolí, které ovlivňují uvedené charakteristiky vztahu této dvojice. Přitom hodnoty těchto charakteristik závisí na:

Obr. 2 Charakteristiky kontaktní geometrie dvojkolí-kolej

a) *Jízdní obrys: jmenovitý ORE S1002, kolejnice: jmenovitá UIC60 1:40*

b) *Jízdní obrys: opotřebený na lok. 150.021, kolejnice: UIC60 po broušení – Sedliška*

- **vztahu ke konkrétní koleji**, na jejich vzájemných odlišnostech u jednoho dvojkolí vzniklých buď při výrobě reprofilací, nebo provozním nesymetrickým opotřebením. Tyto odlišnosti vytvářejí nesymetrii v charakteristikách kontaktní geometrie,

- **rozchodu dvojkolí (okolků), tedy na hodnotě rozkolí a tloušťkách okolků**, protože s růstem této hodnoty roste λ_{ekv} , delta-r funkce i tangens-gama funkce a dvojkolí je silněji středěno, má tendenci zvyšovat frekvenci vlnivého pohybu zkracováním její délky vlny. To za určitých podmínek ve vazbě dvojkolí k rámu např. podvozku může vést k nežádoucímu velmi neklidnému až k tzv. nestabilnímu pohybu dvojkolí,

- **na rozdílu v poloměrech kol**, který způsobuje v obou charakteristikách kontaktní geometrie nesymetrii ovlivňující středění dvojkolí v koleji a zvyšuje hodnotu λ_{ekv} . Důsledek je stejný jako v předchozím,
- **na rozchodu koleje** tak, že záporné tolerance rozchodu zvětšují hodnoty výše uvedených charakteristik kontaktní geometrie zmenšením rozchodového kanálu koleje se stejnými důsledky jako má zvětšení rozchodu dvojkolí,

- **na tvarech profilů hlav kolejnic včetně jejich úklonu a vzájemné symetrie**, neboť jejich poloha vzhledem k rovině kolejnicových pásů stejnou měrou jako jízdní obrysy určují všechny charakteristiky kontaktní geometrie dvojkolí-kolej.

Na rozdíl od jednoduššího chápání vzájemného vztahu dvojkolí a koleje v období kuželových jízdních obrysů, dokazované zkoušením jízdních vlastností vozidel v novém stavu, je podle výše uvedených skutečností pochopitelné, že v podmínkách křivkových jízdních obrysů dvojkolí a s tím spojených dříve nedosažitelných kilometrických výkonů vozidel, musí být věnována zvýšená pozornost všem parametrům, které mohou ovlivnit jejich jízdní a vodící vlastnosti, včetně tedy i uzlu vedení dvojkolí.

Dokazuje to i postupný vývoj vyhlášky UIC 518, která stále přesněji určuje podmínky, za nichž musí být vozidlo zkoušeno a jimž musí vyhovět, aby mohlo být schváleno do železničního provozu, často i do provozu mezinárodního.

3. Vztahy dvojkolí a koleje v podmínkách ČD

Při stupni poznání problematiky, která byla výše rozvedena a které se již řadu let intenzivně věnují v ČR také pracovníci Dopravní fakulty Jana Pernera Univerzity Pardubice (původně na VŠDS v Žilině), lze situaci, jak se postupně vyvinula s hlediska diskutované problematiky na tratích ČD, charakterizovat takto:

Většinu tratí ČD tvoří koleje s kolejnicemi různých typů (R65, S49, UIC60) s úklonem 1:20. Kvalita geometrické polohy kolejí je vzhledem k podmínkám, které zde panovaly a panují minimálně 50 let, velmi rozdílná, na regionálních tratích většinou spíše špatná. To vědí nejlépe pracovníci DDC.

Modernizované tratě jsou tvořeny kolejnicemi UIC60 s úklonem 1:40, od roku 1996 důsledně přebroušenými do tvaru UIC60 lots 136 (ze 7.89), který se používá při broušení kolejí u DB AG. Výsledkem je profil hlavy, který bez ohledu na samotný úklon v uložení kolejnic, vykazuje s jízdním obrysem S1002 UIC-ORE nižší hodnotu λ_{ekv} (kolem 0.1) a s jízdními obrysy většiny dvojkolí (zejména vozů) v provozu opotřebenými hodnotu menší než $\lambda_{ekv} = 0.5$. To je mezní hodnota, při níž musí vozidla schvalovaná do provozu Drážním úřadem podle zmíněné UIC 518 pro rychlost do 140 km/h (zkušební 154 km/h) splňovat kritéria chodu a silového působení na trať. Porovnání tvarů obrysů hlav kolejnic UIC 60 původních a po uvedeném přebroušení je zřejmé z **obr. 6**.

Modernizované tratě jsou zatím v takové kvalitě, že splňují podmínky pro kvalitu podle UIC 518 QN1 (to je pro dané rychlostní pásmo nejvyšší kvalita). Určité problémy tvoří jen úseky v bezprostředním okolí nešťastně zachovaných úrovnových přejezdů. Profily hlav kolejnic odpovídají svým tvarem v úzkém tolerančním pásmu jmenovitému profilu. Na těchto tratích se pohybují vozidla v různém až špatném technickém stavu pojezdu charakterizovaném např. u podvozků Görlitz V:

- Nadměrně opotřebeným vedením dvojkolí, viz **obr. 3** (větším než hodnoty schváleného typu),
 - nefunkčními tlumiči ve vypružení, jízdními obrysy opotřebenými při poježdění kolejnic s úklonem 1:20 a profilem jejich hlavy odpovídajícím mnohaletému provozu, takže $\lambda_{ekv} = 0.3 \div 0.4$ i více,
 - s většími rozdíly v průměrech kol jednoho dvojkolí než výrobních 0.5 mm (v provozu se připouští maximálně 2 mm).
- Totéž se týká pojezdů, jejichž vedení podléhá značnému opotřebení, jako jsou u elektrických jednotek ř. 460, 560, 470.
- Při periodických prohlídkách vozů byla z výše uvedených hledisek věnována pojezdu až dosud minimální pozornost, nejdříve při revizích v ŽOS, dnes z úsporných důvodů v DKV. Svědčí o tom i skutečnost, že se v dřívější době zavedla do oprav vedení dvojkolí podvozků Görlitz V renovovaná textgumoidová pouzdra, která vydržela provozní namáhání jen několik týdnů.

- V takovémto stavu se část vozů s podvozky typu Görlitz V dostává při jízdě na modernizovaných tratích rychlostí 100 až 120 km/h zcela zákonitě do velmi neklidného až nestabilního chodu [4]. Byly a stále jsou v provozu zjišťovány vozy, které již po několika týdnech od prohlídky v DKV vykazují velmi neklidný chod.
- Obdobná situace s neklidným a současně výrazně periodickým chodem na modernizovaných tratích byla měřením zjištěna i na některých elektrických lokomotivách ř. 163 a 150 [4]. V tomto případě nebyla shledána jako příčina opotřebením vedení dvojkolí, ale patrně zvětšená axiální vůle v nápravových ložiskách spolu se značnou změnou tvaru jízdniho obrysu.
- U některých vozidel (téměř výhradně u el. lokomotiv) byla zjištěna tendence zvětšování tloušťky okolků, které má za následek zvětšení rozchodu dvojkolí přes dovolenou hodnotu 1426 mm. To se velmi negativně odráží nejen v nárůstu λ_{ekv} , ale i při velmi nepříznivém postavení dvojkolí ve výhybkách.
- Měřeními jízdniho obrysu dvojkolí čtyřnápravových elektrických lokomotiv v závislosti na kilometrickém průběhu bylo zjištěno, že hodnoty λ_{ekv} se v provozu značně vzájemně liší, a to od hodnot zcela nežádoucích, zejména z hlediska výhybek a nejen z hlediska chodových vlastností, až po hodnoty, na kterých se vývoj tvaru obrysu stabilizuje. **Obr. 4** toto dokazuje. Přitom se hodnoty λ_{ekv} poněkud liší i v závislosti na traťovém úseku podle toho, s jakou tolerancí bylo prováděno broušení kolejnic. V tomto obrázku jsou pro informaci zvýrazněny hodnoty λ_{ekv} pro jmenovité jízdni obrysy S 1002 UIC-ORE a KKVMZ.
- Přes větší úklon kolejnic na širé trati (1:20) jsou ve výhybkách kolejnice uloženy s úklonem 1:∞, což při tvaru převážné části opotřebených jízdniho obrysu dvojkolí vede
- k velmi odlišnému kontaktu s kolejnicemi s tendencí pojíždět téměř po vnitřní zaoblené části hlavy a jazyků.

Obr. 5 tuto situaci znázorňuje.

Zjištěné okolnosti, vedoucí k neklidnému chodu vozidel, je na tomto místě vhodné alespoň částečně posoudit z hlediska zmíněné vyhlášky UIC 518.

- Vozidla musí na koleji s průměrným rozchodem do 1432 mm pro rychlost do 140 km/h splňovat kritéria pro chodové a vodící vlastnosti změřením na koleji kvality QN1, QN2 a částečně i QN3, která je ve vyhlášce přesně definována směrodatnými odchylkami ve směru i výšce jednotlivých kolejnicových pásů i jejich maximálními odchylkami.
- Při uvedených zkouškách musí jízdni obrysy dvojkolí odpovídat stavu opotřebením, k němuž se v provozu na tratích příslušné železniční správy dvojkolí přibližují (pokud se jedná o vozidlo pro vnitrostátní provoz).
- Vozidlo musí být zkoušeno v takovém technickém stavu, aby jeho parametry (tuhosti, tlumení, moment odporu proti natáčení podvozku) byly v obvyklých udržovacích tolerancích.
- Pokud při zkouškách vozidlo nevyhoví a zjistí se, že na daném úseku byla překročena hodnota $\lambda_{ekv} = 0.5$ (pro uvedené rychlostní pásmo do 140 km/h), pak se tento úsek nezařadí do hodnocení, ale musí být součástí protokolu ke schválení vozidla do provozu.
- Vozidlo se zkouší i v obloucích s různými poloměry a sledují se stejně jako při jízdě v přímé velikosti vodících a kolových sil, zrychlení na podvozcích i skříní.
- Nestabilní chod vozidla je definován jako výrazně periodický děj spojený s velkými příčnými silami mezi dvojkolím a kolejí (ΣY) nebo silami rámovými H. Jako kritérium nestability je stanovena hodnota rovnající se odmocnině ze střední kvadratické odchylky těchto sil, která dosáhla poloviční hodnoty mezní síly podle Prud'homa. Pro představu lze uvést, že při případném harmonickém průběhu naměřené síly je za hranici nestabilního chodu považováno dosažení sil s amplitudou rovnající se 70% síly podle Prud'homa, tj. síly schopné pod tíhou působící z vozidla na trať vyvolat její příčné posunutí.
- Vozidlo je zkoušeno jak v prázdném stavu, tak i ve stavu obsazeném.

4. Závěr

Z uvedeného vyplývá, že na kolejích s velmi dobrou kvalitou, o níž zatím může být na modernizovaných úsecích tratí ČD řeč, nemají vozidla při dnes provozovaných rychlostech důvod k neklidnému chodu. Pokud k němu dochází, pak především proto, že technický stav jejich pojezdu neodpovídá podmínkám, pro které byla tato do provozu odsouhlasena.

Na modernizovaných tratích s velmi dobrou výškovou a směrovou polohou se u ČD poprvé v poválečné historii setkáváme u některých vozidel s velmi periodickým intenzivním vlnivým pohybem

podvozků, jehož příčiny jsou u všech železničních správ s velmi dobrou a výbornou kvalitou koleje a provozujících zvýšené a vysoké rychlosti teoreticky plně známy. Jejich vedoucí techničtí pracovníci si jsou vědomi vážnosti tohoto jevu a činí proti němu účinná opatření. Bohužel ČD jsou v této situaci, když konečně začaly modernizovat své tratě, zastiženy s koncepčně nevhodnými a poměrně starými pojezdy některých vozidel. Situace je o to vážnější, že tato vozidla pojíždějí na mnoha místech po kolejnicích, jejichž tvar nejen úklonem, ale i ojetím neodpovídá novým podmínkám a jízdní obrysy dvojkolí se na nich přetvářejí do tvarů, které mají na kolejnicích modernizovaných tratí vysoké hodnoty λ_{ekv} . Nezbyvá nic jiného, než vytvořit v údržbě těchto pojezdů taková nezbytná opatření, aby se jejich provozem nenávratně neničily prostředky vložené do modernizace tratí. Náklady na jejich údržbu musí být, při pochopitelných racionalizačních opatřeních, úměrné tomu v jakém stavu tratě a zejména vozidla a jejich koncepce jsou.

Velký význam této problematiky chápou např. u SBB, které se potýkají s problémem nestabilního chodu i u nákladních podvozků včetně Y 25 v důsledku značných hodnot ekvivalentní kuželovitosti ($\lambda_{ekv} = 0.6 \div 0.7$). Ty se vytvářejí opotřebením na obloukovitých tratích zejména u nákladních vozů pro tranzitní dopravu přes Gotthard při kilometrických výkonech až 140 000 km za rok. U ostatních železničních správ se problematikou zabývají při provozu vysokými rychlostmi, neboť jejich pojezdy byly s rychlostmi do 160 km/h uvedeny již dávno do souladu s požadavky na stabilní chod.

Literatura:

- [1] Izer, J., Zelenka, J., Doležel, P.: Příspěvek k problematice charakteristik kontaktní geometrie ve vztahu dvojkolí-kolej. Vědeckotechnický sborník Českých drah, č. 1 (1995), str. 51-68.
- [2] Izer, J., Zelenka, J.: Charakteristiky kontaktní geometrie. Scientific Papers of the Univesity of Pardubice, Series B, The Jan Perner Transport Faculty, č. 2 (1996), Univerzita Pardubice, str. 39-62.
- [3] Müller, R.: Veränderungen von Radlaufflächen im Betriebseinsatz und deren Auswirkungen auf das Fahrzeugverhalten, Teil 1, Teil 2, ZEV+DET Glasers Annalen 11/98, 12/98, str. 675-688, str. 721-738.
- [4] Izer, J., Zelenka, J. Lata, M.: Analýza příčin nestabilního chodu podvozků Görlitz V, Nová železniční technika, 1998/2, str. 37-44.

V České Třebové, leden 1999

Lektoroval: Ing. Zdenek Maruna

CD DOP 012