

ASOCIACE STROJNÍCH INŽENÝRŮ



Bulletin Asociace strojních inženýrů vydává pro své členy
Adresa: ASI, Technická 4, 166 07, Praha 6
www.asicr.cz

Klub MI Pardubice (materiálové inženýrství) působící rovněž na Dopravní fakultě uspořádal v listopadu 2010 úspěšnou konferenci TechMat 2010



Místo konání konference TechMat 2010 – hotel Schindlerův háj ve Svitavách.



Zahájení konference TechMat 2010 – úvodní slovo doc. Beneše (vpravo) před vyzva-
nou přednáškou Ing. Plíhala (vlevo), zastupujícího firmu ESAB Vamberk.

„Hluboce si vážím matematiky, neboť ti, kdož jsou obeznámení, v ní vidí prostředek k chápání všeho existujícího.“

Bháskara

OBSAH

<i>doc. Ing. Michael Lata, PhD.</i>	
Klub A.S.I. Česká Třebová	5
<i>Ing. Tomáš Michálek</i>	
Výzkum v oblasti kolejových vozidel na Dopravní fakultě Jana Pernera	6
<i>Ing. Tomáš Michálek</i>	
Studium kolejových vozidel na DFJP	10
<i>doc. Ing. Michael Lata, PhD.</i>	
Výzkum v oblasti adheze a pohonu dvojkolí na Dopravní fakultě Jana Pernera.....	12
<i>Ing. Petr Voltr</i>	
Rozbor příčné tuhosti a deformace dvojitého hraníkového závěsu v pojezdu železničního vozu.....	16
<i>Ing. Tomáš Michálek</i>	
Ramona – lokomotiva rámové koncepce	20
<i>doc. Ing. Jaromír Zelenka, CSc.</i>	
Jízdní obrys kola dvojkolí v podmínkách Dopravního podniku hlavního města Prahy.....	23
<i>Ing. Oldřich Šifner, CSc.</i>	
Setkání Mezinárodní asociace pro vlastnosti vody a páry	25
<i>Ing. Oldřich Šifner, CSc.</i>	
Recenze knihy	27
Technické úterky	29
<i>Ing. Martin Kohout, Ph.D.</i>	
Zkušební laboratoř dopravní fakulty Jana Pernera	30

Toto číslo Bulletinu redakčně připravil kolektiv klubu Česká Třebová ve složení:
doc. Ing. Michael Lata, PhD., Ing. Tomáš Michálek, Ing. Petr Voltr
a redakční rady Praha Ing. Václav Daněk CSc., Ing. Josef Vondráček

Foto na titulní straně: socha Jana Pernera před nádražím v České Třebové.

Klub A.S.I. Česká Třebová

doc. Ing. Michael Lata, PhD.

Univerzita Pardubice – Dopravní fakulta Jana Pernera

Klub A.S.I. Česká Třebová byl založen v roce 1997. Hlavní náplní je podle zřizovacích listin řešení projektů v oboru strojního inženýrství. Tato hlavní činnost je dále zakotvena ve třech podoblastech: vědecko-výzkumná činnost, pedagogicko-vzdělávací činnost a publikační činnost. Sídlem klubu je Dopravní fakulta Jana Pernera Univerzity Pardubice, konkrétně její Dislokované pracoviště v České Třebové. Většinu z celkového počtu 14 členů tvoří pedagogové z výše jmenovaného vysokoškolského pracoviště. Předsedou Klubu A.S.I. Česká Třebová je doc. Ing. Jaromír Zelenka, CSc., hospodářem je doc. Ing. Michael Lata, PhD. a tajemníkem klubu je prof. Ing. Bohumil Culek, CSc. Klub má ale také několik externích členů, kteří reprezentují firmy a instituce, se kterými klub spolupracuje v odborné oblasti.

Zaměření aktivit Klubu A.S.I. Česká Třebová je do značné míry dáno tím, že klub je součástí vysokoškolského pracoviště. Shromážděné finanční prostředky jsou cíleně používány pro podporu studentů, doktorandů a pracovníků Dislokovaného pracoviště Dopravní fakulty Jana Pernera Univerzity Pardubice. Zaměření tohoto pracoviště je na oblast kolejových vozidel, na jejich konstrukční a provozní problémy a vyznačuje se mimo jiné úzkou spoluprací s praxí.

Finanční prostředky jsou získávány z řešení vědecko-technických zakázek pro železniční průmysl, z pořádání konferencí a jiných aktivit. V předchozích letech byly

řešeny úlohy aplikovaného výzkumu pro průmyslové podniky, namátkou: DT Výhybkárnu a strojírnou Prostějov, Škodu Transportation Plzeň, CZ LOKO Česká Třebová, dále jsou řešeny společné úkoly s Výzkumným ústavem železničním a dalšími subjekty. Byly prováděny rovněž překlady odborných norem na zakázku pro Český normalizační institut.

Filozofií klubu je získávání prostředků, které jsou následně účelově vynaloženy na podporu vysokoškolského pracoviště, ale zejména na podporu studentů a doktorandů. Prostředky jsou využívány konkrétně na podporu mobility studentů v rámci exkurzí a odborných akcí, nákup odborné literatury, zprostředkování odborné výuky angličtiny externím lektorem, podporu v oblasti materiálních potřeb pracoviště v oblasti výpočetní techniky, software a jiného vybavení a v neposlední řadě každý rok klub poskytuje finanční dar stacionáři pro postižené.

Klub A.S.I. Česká Třebová se rovněž intenzivně podílí na přípravě mezinárodních konferencí s názvem Současné problémy v kolejových vozidlech, což je konference, která má tradici již několik desetiletí a která bývá střídavě jednou za dva roky organizována DFJP UPa a Žilinskou Univerzitou v Žilině. Hlavním cílem konference je seznámit pracovníky z oboru kolejových vozidel s novými poznatky ve výzkumu, vývoji, zkušebnictví, konstrukci, výrobě, provozu, údržbě a opravárenství kolejových vozidel.

V roce 2011 se předpokládá další pokračování ve všech oblastech činností.

Výzkum v oblasti kolejových vozidel na Dopravní fakultě Jana Pernera

Ing. Tomáš Michálek

Univerzita Pardubice – Dopravní fakulta Jana Pernera

Dopravní fakulta Jana Pernera (DFJP), nesoucí jméno významného českého železničního stavitele – inženýra Jana Pernera, zahájila svoji činnost 1. dubna 1993 v rámci tehdejší Vysoké školy chemicko-technologické v Pardubicích a je pokračovatelkou tradice založené ČVUT v Praze, Vysokou školou železniční Praha a Vysokou školou dopravy a spojů v Žilině. Podnětem pro vznik DFJP bylo rozdělení Československa v roce 1993, kdy na novou fakultu přešla řada odborníků právě z VŠDS v Žilině. Dnes je DFJP jednou ze sedmi fakult Univerzity Pardubice (UPa) a je koncipována jako fakulta technického a ekonomicko-technologického zaměření. Cílem tohoto článku je přiblížit čtenáři aktivity DFJP v oblasti aplikovaného výzkumu v oboru kolejových vozidel.

EXPERIMENTÁLNÍ VÝZKUM

Základnou pro realizaci experimentů je na DFJP v současné době komplex technických laboratoří, nacházející se v univerzitním kampusu v Pardubicích. V následujících letech je však plánována výstavba areálu Výzkumného a vývojového centra v dopravě (VVCD), jejímž cílem je vybudování nového zázemí pro výzkumnou činnost na DFJP. V následujícím textu je přiblíženo stávající vybavení technických laboratoří DFJP v Pardubicích.

Testovací zařízení železničních kol

Jedním ze zkušebních zařízení, které se nachází v laboratoři Oddělení kolejových

vozidel Katedry dopravních prostředků a diagnostiky (KDPD), je testovací stav železničních kol. Právě kontakt kola a kolejnice je doposud ne zcela probádanou oblastí, která v sobě skrývá řadu nevyřešených problémů a má přitom zcela zásadní vliv na kvalitu jízdy kolejových vozidel. Některé z těchto problémů je dnes možné díky stále se rozvíjející výpočetní technice zkoumat pomocí počítačových simulací; přesto však zůstává role experimentu nadále nezastupitelná. Každý nově navržený simulační model by měl být verifikován experimentem, jinak jej nelze považovat za zcela průkazný. Mimo jiné i z tohoto důvodu bylo vyvinuto zkušební zařízení pro testování železničních kol, sloužící pro experimentální výzkum silových účinků v kontaktu kola a kolejnice.



Obr. 1 Testovací zařízení železničních kol

Jedná se o zcela unikátní experimentální zařízení, vybudované na Dopravní fakultě Jana Pernera. Konstrukce zkušebního stavu umožňuje simulovat prakticky veškeré pro-

vozní situace, odehrávající se v kontaktu železničního kola s kolejnicí. Celé zařízení je tvořeno mohutným, od základu odpruženým rámem, v němž je zabudováno zkoušené kolo o průměru 900 mm a tzv. rotující (nekonečná) kolejnice. Tato rotující kolejnice, jež je vyrobena z lokomotivního kola, umožňuje realizaci experimentů simulujících běžný provoz v laboratorních podmínkách. Princip funkce zkušebního stavu tedy spočívá ve vzájemném odvalování dvou kol. Rotující kolejnice je přitom osoustružena tak, že reprezentuje příčný profil hlavy kolejnice typu S49 (podle nového značení 49E1) s úklonem 1:40. Průměr rotující kolejnice je 1245 mm. Pro simulaci zatížení, nastavení vzájemné polohy kola a kolejnice a pro pohon je celé zařízení doplněno servovalci, brzdou a elektromotorem o výkonu 138 kW. Na tomto zkušebním stavu je tak možné simulovat následující provozní podmínky:

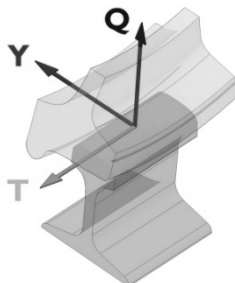
- svislé zatížení kola až do velikosti 100 kN – to odpovídá zatížení asi 20 t na nápravu,
- příčné zatížení – to představuje působení vodící síly při průjezdu vozidla obloukem,
- tangenciální (tažné a brzdné) síly působící na obvodu kola,
- úhel náběhu kola při průjezdu vozidla obloukem koleje,
- příčné posunutí kola vůči kolejnici.

Vývoj nového měrného dvojkolí

Jedním z hlavních cílů výzkumu, realizovaného s využitím popsaného zařízení pro testování železničních kol, bylo nalezení originálního experimentálního postupu pro stanovení svislé kolové síly Q a příčné síly Y na základě měření deformace kotouče kola, a to s dostatečnou přesností. To je princip, který využívá většina tzv. měrných dvojkolí. Tato speciálně vybavená železniční dvojkolí se používají zejména při jízdách zkouškových kolejových vozidel, jež jsou nezbytnou součástí procesu schvalování nových vozidel do provozu. Ve spolupráci DFJP a VÚKV, a.s. tak byl v rámci Výzkumného centra kolejových

vozdidel (VCKV) vyvinut zcela nový systém měrných dvojkolí, někdy označovaný jako VÚKV3, neboť jde již o 3. generaci měrných dvojkolí, využívaných ve Výzkumném ústavu kolejových vozidel.

Tento systém měrných dvojkolí funguje tak, že jsou pomocí tenzometrických snímačů (tenzometrů), nalepených na kotouči kola, snímány deformace tohoto konstrukčního prvku. Základem tenzometru je odporový drát, který vlivem nalepení tenzometru na kotouč kola kopíruje deformace tohoto kotouče, jež jsou vyvolány provozním silovým zatížením dvojkolí. Tím dochází ke změnám délky a průřezu drátu, čímž se mění i jeho elektrický odpor. Díky zapojení celého souboru tenzometrů do Wheatstoneova můstku je možné měřit elektrické napětí, jehož hodnota závisí na právě změnách odporu jednotlivých tenzometrů, potažmo na deformaci kotouče kola.



Obr. 2 Síly působící mezi kolem a kolejnicí

Měřený elektrický signál je přenášen z dvojkolí do měřicí ústředny na vozidle. Pro samotný přenos signálu je v tomto případě nově použita bezdrátová technologie pracující na frekvenci 2,4 GHz. Tento bezdrátový přenos tak u systému VÚKV3 nahradil dříve používaný systém kartáčů a kolektoru (kroužkové hlavy), který vnášel do celého měřícího řetězce rušení a byl také značně nespolehlivý, zejména při vyšších rychlostech. Zpracováním měřeného signálu je pak možné získat průběhy svislé kolové síly Q , vodící síly Y a polohy (příčného posunutí)

dotykové plošky na jízdni ploše kola. Hlavní výhodou systému VÚKV3 je však skutečnost, že není potřeba provádět žádné zásahy do konstrukce testovaného dvojkolí, což dříve nebylo možné. Díky tomu není narušena pevnost a životnost tohoto dvojkolí a po realizaci zkoušek je tak možné ponechat jej v běžném provozu. Systém VÚKV3 dosahuje vysoké přesnosti a je použitelný až do rychlosti 250 km/h. Bez zajímavosti není ani skutečnost, že je tento systém přihlášen jako mezinárodní patent a zároveň probíhá jeho schvalování německým Spolkovým drážním úřadem (EBA). Měrná dvojkolí systému VÚKV3 již byla použita například při měření vozidel pařížského metra nebo při testech nové elektrické lokomotivy ŠKODA 109E (řada 380 ČD).



Obr. 3 Lokomotiva 380.006 vybavená měrnými dvojkolímí při zkušebních jízdách u Svitav v září 2010 (Foto: L. Veselý)

Zkušební zařízení tramvajového kola s pohonem synchronním motorem s permanentními magnety

Dalším unikátním zkušebním pracovištěm je experimentální zařízení s přímým pohonem tramvajového kola synchronním trakčním motorem s permanentními magnety (PMSM), umístěné v laboratoři Katedry elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě (KEEZ). Konstrukce celého zařízení sestává z rámu, tramvajového kola s přímým (bezpřevodkovým)

pohonem pomocí PMSM, natáčivě uložené nekonečné (rotující) kolejnice a pneumatického pístu pro vyzovování proměnného přítlaču, simulujícího různé hodnoty svislého zatížení kola. Nekonečná kolejnice je přes snímač krouticího momentu a kloubový hřídel spojena se zátěžným asynchronním motorem napájeným z frekvenčního měniče.



Obr. 4 Zkušební stav tramvajového kola

Technologie přímého pohonu kolejových vozidel pomocí trakčních PMSM se v posledních letech progresivně rozvíjí zejména u vozidel MHD, jakými jsou právě tramvaje či vozy tzv. lehkého metra, a je použita např. i u nejnovější české tramvaje typu 15T z produkce plzeňské Škody Transportation. V rámci výzkumu byl pro tento pohon vyvinut nový výkonový měnič s IGBT prvky a řídicí systém na bázi DSP procesoru řady 2812. Zde prováděné výzkumné práce a experimenty jsou zaměřeny zejména na metody řízení trakčních pohonů s PMSM, ale také např. na metody umožňující nepřímé odbuzování PMSM. Kromě výzkumu těchto regulačních struktur je ale pozornost věnována i energetickým a výkonovým vlastnostem celého systému pohonu z pohledu rušení a elektromagnetické kompatibility (EMC).

Zkušební zařízení tramvajového kola je však využíváno i pro experimentální výzkum adhezních vlastností styku kolo–kolejnice v rámci činnosti VCKV. Díky komplexnímu systému trakčního a zátěžného motoru, jejich měničů a snímačů zde mohou být realizovány experimenty za účelem výzkumu adhezních poměrů při různém momentovém zatížení a při proměnné rychlosti otáčení obou kol. Během experimentů je možné dynamicky měnit jízdní režim (přechod trakce–brzda); pro jednotlivé experimenty pak lze měnit úhel náběhu kola, představující postavení kola vůči kolejnici při průjezdu vozidla obloukem, či různé provozní stavy (suchá–mokrá kolej).

Další vybavení laboratoří DFJP

Popsaná zkušební zařízení však nejsou jediným vybavením technických laboratoří DFJP pro experimentální výzkum. Kromě testovacího zařízení železničních kol a zkušebního stavu s individuálním bezpřevodovkovým pohonem tramvajového kola trakčním PMSM se zde nacházejí také experimentální zařízení pro výzkum mechanismu poškozování plochy kola v kontaktu kolo–kolejnice nebo optický měřicí systém ARAMIS 4M.

První zmíněné zařízení slouží pro účely materiálového výzkumu (např. projevy kontaktní únavy či výzkum dynamické odezvy materiálu); ARAMIS 4M pak představuje bezdotykový optický 3D měřicí systém pro snímání deformací součástí nebo vzorků materiálu při různých zatěžovacích zkouškách. Pro analýzu mechanických vlastností dopravních konstrukcí slouží elektrohydraulický zatěžovací systém INOVA. Zvláštní součástí komplexu technických laboratoří tvoří laboratoře Katedry dopravního stavitelství (KDS), kde se s využitím zdejšího vybavení realizují zkoušky stavebních hmot a geotechnických vzorků.

APLIKOVANÝ VÝZKUM NA DISLOKOVANÉM PRACOVÍŠTI V ČESKÉ TŘEBOVÉ

Dalším pracovištěm, které se věnuje aplikovanému výzkumu v oblasti kolejových vozidel, je Dislokované pracoviště Dopravní fakulty Jana Pernera (DPDFJP) v České Třebové. Zde je však pozornost věnována především výzkumu dynamiky kolejových vozidel, a to zejména pomocí simulačních výpočtů.

Od počátku 90. let je zde například za účelem vyšetřování jízdních a vodicích vlastností železničních vozidel vyvíjen programový systém Simulace jízdy kolejového vozidla (SJKV), jenž je dnes plně konkurenceschopný ve srovnání s komerčními softwarovými produkty pro analýzu dynamiky kolejových vozidel. Kolektiv zaměstnanců DPDFJP v této oblasti úzce spolupracuje s různými společnostmi, a to jak při vývoji nových vozidel (ŠKODA, CZ LOKO), tak při řešení problémů, týkajících se opotřebením a způsobů jak jej odstranit (České dráhy, Správa železniční dopravní cesty, DT – Výhybkárna a strojírna Prostějov, dopravní podniky v Praze, Brně či Ostravě). Výstupem z této činnosti jsou mimo jiné návrhy optimalizačních zásahů do pojezdu a vypružení vozidel, návrhy nových tvarů kolejnic, jízdních obrysů kol a dalších opatření.

Tato problematika však kromě počítačových simulací zahrnuje i měření přímo na vozidlech. Pracovníci DPDFJP se tak v rámci řešení některých projektů aktivně účastní zkušebních jízd nových, či modernizovaných kolejových vozidel, a to jak na Železničním zkušebním okruhu v Cerhencích, tak i na tratích. Za zmínku stojí např. spolupráce na jízdních zkouškách soupravy pendolina 680.001 ČD v roce 2004, při nichž bylo dosaženo rekordní rychlosti 237 km/h.

Pozn.: Příspěvek je upravenou verzí článku, publikovaného na serveru ŽelPage.

Studium kolejových vozidel na DFJP

Ing. Tomáš Michálek

Univerzita Pardubice – Dopravní fakulta Jana Pernera

Ač je dnes oblíbené studium především ekonomicko–manažerských, právnických a mnohých dalších humanitních oborů, neméně významné z hlediska lidského pokroku je stále studium oborů technických. Jelikož se dnes nejen v České republice, ale také prakticky ve všech státech Evropské unie začíná projevovat nedostatek odborníků technického zaměření, nemají obvykle takto kvalifikovaní lidé problém se svým uplatněním, a to ani v době tzv. ekonomické krize. I přes perspektivu, jakou v sobě technické vzdělání skrývá, se však většina technických oborů českých vysokých škol potýká s nízkým zájmem studentů. Cílem tohoto článku je seznámit čtenáře s možnostmi studia oboru Dopravní prostředky – zaměření Kolejová vozidla na Dopravní fakultě Jana Pernera Univerzity Pardubice.



**Univerzita
Pardubice
Dopravní fakulta
Jana Pernera**

Dopravní fakulta Jana Pernera (DFJP), jakožto přímá pokračovatelka v tradici českého „železničního“ vysokého školství, vznikla v souvislosti s rozdělením Československa v roce 1993, kdy do Pardubic přešla řada odborníků z Vysoké školy dopravy a spojů (VŠDS) v Žilíně. Od akademického roku 2002/2003 DFJP realizuje na základě souhlasu Akreditační komise České republi-

ky tzv. strukturované studium, a to ve všech třech stupních, tedy bakalářské (titul Bc.), navazující magisterské (titul Ing.) a doktorské (titul Ph.D.). Jedním z technicky zaměřených oborů, který lze na DFJP studovat, je právě obor Dopravní prostředky – zaměření Kolejová vozidla (DP-KV).

Struktura studia

Bakalářský studijní obor DP-KV je orientován na problematiku nejen železničních dopravních prostředků, jejich konstrukce, provozu, údržby, inovace a rekonstrukce. Cílem tříletého bakalářského studia je příprava odborníků pro technické profese v oboru. Absolventi mohou své budoucí uplatnění nalézt v podnicích zabývajících se provozem, opravami nebo údržbou kolejových vozidel. Jejich pracovní náplní však může být i konstruktérská či obchodní činnost související s dopravními prostředky. Vzhledem k tomu, že však v rámci studia absolvují kromě specializovaných i obecně technické předměty, mohou své uplatnění nalézt i v dalších technických profesích mimo obor kolejových vozidel.

Po získání bakalářského titulu je možné přímo pokračovat ve dvouletém navazujícím magisterském studiu. Jeho absolventi získají kromě titulu inženýra i ty nejlepší předpoklady stát se odborníky v oblasti navrhování koncepcí, vlastností a parametrů kolejových vozidel, optimalizace jejich údržby, zkoušení vozidel apod. Kromě vyšších řídicích a provozních funkcí pak mohou pracovat i v oblasti vědy a výzkumu či zastávat např. manažerské funkce.

Studované předměty

V bakalářském stupni studia lze vyučované předměty rozdělit na dvě základní skupiny – předměty obecně technické a předměty specializované. Kromě toho musí studenti samozřejmě projít i základním kurzem programování, anglického jazyka, ekonomie, práva či technologie a řízení dopravy, ale také v průběhu 1. a 2. ročníku absolvovat šestitýdenní odbornou praxi.

Mezi předměty obecně technické patří Matematika, Mechanika, Pružnost a pevnost, Termomechanika a Hydromechanika, Elektrotechnika a Elektronika, Části strojů, Nauka o materiálu, Mechanické technologie, Technická měření či CAD systémy. Základními znalostmi z těchto oborů by měl disponovat každý technicky vzdělaný člověk. Především však není možné bez jistého „technického pohledu na svět“ plně porozumět náplni dalších – specializovaných – předmětů, jakými zde jsou:

- Mechanika dopravy,
- Konstrukce vozidel,
- Projekt z konstrukce vozidel,
- Spalovací motory,
- Elektrické pohony,
- Provoz, údržba a opravy vozidel.

V navazujícím magisterském studiu jsou v oblasti obecně technických předmětů prohlubovány znalosti studentů z mechaniky, pružnosti a pevnosti, dynamické pevnosti a životnosti, spolehlivosti, konstrukčních materiálů, CAD systémů či MKP. V oblasti specializovaných předmětů pak jde především o:

- Teorii vozidel,
- Vybrané staté z konstrukce vozidel,
- Zkoušení kolejových vozidel,
- Brzdové systémy kolejových vozidel,
- Teorii údržby,
- Výpočetní metody v konstruování,
- Traťové stroje a mechanismy,
- Řídicí, trakční a diagnostické systémy kolejových vozidel.

Dislokované pracoviště Česká Třebová

Výuka studentů zaměřených na kolejová vozidla probíhá v 1. a 2. ročníku bakalářského studia společně s ostatními obory přímo na DFJP v univerzitním kampusu v Pardubicích. Studenti 3. ročníku bakalářského studia a navazujícího magisterského studia však již sídlí na Dislokovaném pracovišti DFJP v České Třebové. Budova pracoviště se nachází v centru města, asi 200 m od nádraží, a jsou zde umístěny přednáškové a počítačové učebny, ale i laboratoře. Studentům je zde k dispozici odborná knihovna. Počítačové učebny jsou vybaveny výkonnými PC, na kterých jsou kromě běžných aplikací k dispozici 2D a 3D CAD systémy i další specializovaný software, jako např. Simpack, LabView, Delphi či Ansys. Neanonymní přátelské prostředí relativně malého pracoviště navíc vytváří ideální předpoklady pro studium.

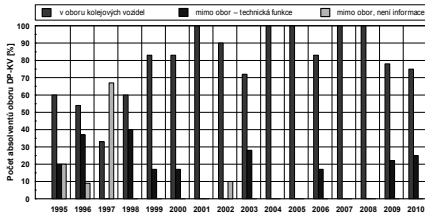
Ubytování studentů je situováno v oddělené části budovy SOŠ a SOU technických oborů. Budova koleje se nachází zhruba 15 minut chůze od školy. Dvou a třílůžkové modernizované pokoje s připojením na Internet jsou hotelového typu, přičemž možnost tohoto nadstandardního ubytování má každý student oboru kolejových vozidel, bez ohledu na místo svého trvalého bydliště. Jídlna s vysokou kvalitou stravování je umístěna přímo v budově.

Město Česká Třebová nabízí studentům mimo jiné i možnosti sportovního vyžití. Přímou vedle koleje se nachází zimní stadion, ve městě plavecký bazén s tobogánem. V létě je možné vyrazit na kole například do údolí Tiché Orlice; v zimě lze využít běžecké stopy v okolí, nebo sjezdovku na Pekláku. Za účelem posezení s přáteli je možné zajít do některé z místních hospůdek.

Kolektiv českotřebovských pedagogů tvoří v oblasti aplikovaného výzkumu ve svém oboru významné pracoviště, které spolupracuje s řadou firem při řešení problémů železniční praxe.

Uplatnění absolventů oboru DP-KV

Jak již bylo řečeno v úvodu, nemají dnes absolventi technických oborů obvykle problém se svým uplatněním. Jako důkaz tohoto tvrzení může sloužit např. graf na Obr. 1, zachycující uplatnění absolventů oboru DP-KV v praxi.



Obr. 1 Uplatnění absolventů oboru DP-KV na DFJP v praxi

Navíc se dnes mnohé společnosti snaží získat nové kvalifikované odborníky a se svými potenciálními zaměstnanci navazují spolupráci již během jejich studia. Řada firem působících v oblasti vývoje, výroby, provozu, údržby, oprav a modernizací kolejových vozidel má proto pro studenty oboru Dopravní prostředky – zaměření Kolejová

vozidla připravené různé motivační programy. Kromě jistoty zaměstnání po absolvování školy tak mohou naši studenti získat stipendia ve výši až 6 000,- Kč měsíčně, absolvovat u některé z těchto společností trainee program, odbornou praxi či prázdninovou brigádu nebo řešit svoji bakalářskou či diplomovou práci ve spolupráci s odborníky z dané firmy. Absolventi pak mohou po nástupu do zaměstnání využívat některé z firemních výhod, např. ve formě levného podnikového bydlení. Mezi společnostmi, jež nabízejí našim studentům tyto motivační programy, patří například:

- ŠKODA Transportation, a.s.,
- CZ LOKO, a.s.,
- Siemens, s.r.o.,
- Stadler Praha s.r.o.,
- Krnovské opravny a strojírny s.r.o.,
- Výzkumný Ústav Železniční, a.s.,
- LEGIOS a.s.,
- DAKO-CZ, a.s.,
- DPOV, a.s.

Pozn.: Příspěvek je upravenou verzí článku, publikovaného na serveru ŽelPage.

Výzkum v oblasti adheze a pohonu dvojkolí na Dopravní fakultě Jana Pernera

doc. Ing. Michael Lata, PhD.

Univerzita Pardubice – Dopravní fakulta Jana Pernera

Na Katedře dopravních prostředků a diagnostiky, Oddělení kolejových vozidel, probíhají výzkumné aktivity v oblasti pohonu kolejových vozidel, zejména zaměřené na jeho dynamiku. Zaměřují se jednak na simulační výpočty a také na experimentální měření. Samostatnou kapitolu tvoří adhezní problematika mezi kolem a kolejnicí. Tyto

aktivity navazují na dlouholeté zkušenosti a výsledky. V posledních letech jsou realizovány zejména tyto oblasti: počítačové simulace vybraných dynamických dějů v pohonu dvojkolí, měření dynamické odezvy mechanických pojezdových částí lokomotivy při překročení meze adheze a experimentální výzkum na zkušebním zařízení

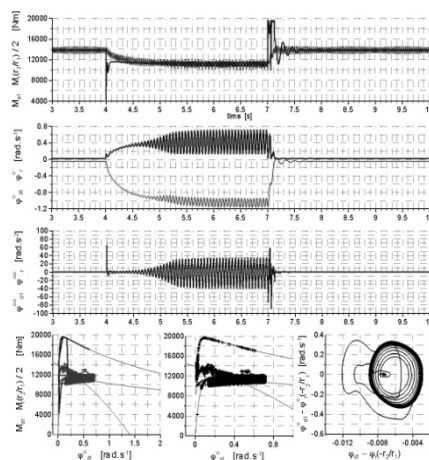
tramvajového kola, poháněného synchronním motorem. Tyto aktivity spadají do samostatných oblastí v rámci řešení úkolů Výzkumného centra kolejových vozidel.

SIMULACE VYBRANÝCH DYNAMICKÝCH DĚJŮ V POHONU DVOJKOLÍ

Hlavní těžiště spočívá v modelování torzních subsystémů pohonu dvojkolí. Je zde aplikována metodika sestavení pohybových rovnic, metodika jejich numerického iteračního řešení a modelování vazeb, a to lineárních i silně nelineárních. Aplikuje se do modelu adhezní model a snahou je rovněž s jistotou mírou zjednodušení modelovat momentové charakteristiky hnacích motorů dvou typů: stejnosměrného sériového a střídavého asynchronního, s cílem zpřesnit původně uvažované linearizace v okolí pracovních bodů. Modely umožňují superponovat na momentovou křivku polyharmonickou funkci, která průběh charakteristiky ještě zrealňuje. Uvedený jev je charakteristický zejména pro asynchronní motor. Dále mohou být modelovány další nelinearity jako například vůle v ozubení nápravového převodu a kontakt zubů. Byly sestaveny dva reprezentační modely dvou typů pohonů dvojkolí a použity parametry reálných vozidel. Jednalo se o elektrickou lokomotivu Škoda 150 a lokomotivu Siemens 252/127 Europrinter. S těmito modely byly prováděny simulační výpočty pro různé modelové definované přechodové jevy.

Přechodové dynamické děje jsou dynamické projevy soustavy, která se ocitá v určitém čase v nestacionárním stavu. K tomu může docházet například při přechodu do nového pracovního bodu. Tyto dynamické projevy jsou charakterizovány změnou souřadnic, rychlostí i zrychlením často s tendencí výraznějšího zvýšení velikostí amplitud a změny frekvence kmitů. Ve speciálních případech jsou přechodové děje doprovázeny vznikem samobuzených kmitů.

Změna adhezních podmínek může nastat v několika případech. Buď jde o zhoršení či zlepšení adhezních podmínek – přechod na jinou adhezní křivku v oblasti „tahu“, nebo přechod mezi tahem a brzděním motoru. Byly posuzovány rovněž trajektorie vybraných souřadnic ve fázové rovině, kde je velmi ilustrativně vidět bifurkační pochody. Přechodový jev je zde znázorněn jako přechod mezi dvěma singulárními body, nebo kmitáním v limitním cyklu. Způsob modelování umožňuje získat v průběhu simulace průběhy zatížení jednotlivých posuvných a torzních vazeb. To je velice důležité a využitelné například jako vstup do pevnostních výpočtů.



Obr. 1 Simulace torzního kmitání pohonu v mezním cyklu při překročení meze adheze

MĚŘENÍ DYNAMICKÉ ODEZVY POJEZDOVÝCH ČÁSTÍ LOKOMOTIVY PŘI PŘEKROČENÍ MEZE ADHEZE

V oblasti měření na reálném vozidle bylo připraveno a zrealizováno experimentální měření na elektrické lokomotivě. Měření spočívalo v navozování přechodového děje vzniku a zániku prokluzu dvojkolí a současném měření dynamických účinků ve vybraných místech pojezdových částí lokomotivy.

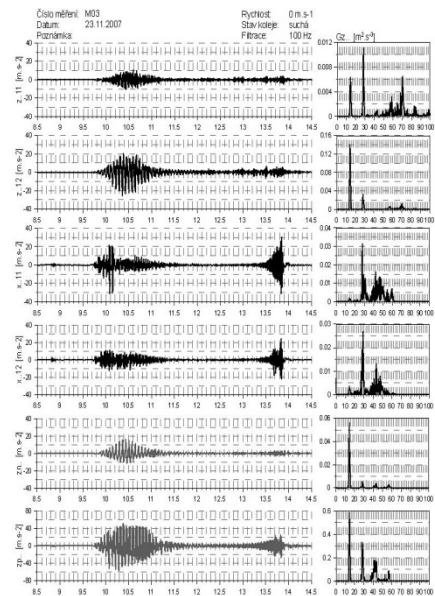
Pro lepší identifikaci vzniku a zániku prokluzu byl vysokorychlostní kamerou snímán vzájemný relativní pohyb kolo-kolejnice. Záznamy byly časově zesynchronizovány.

Potvrdil se původní předpoklad řešitelů, že po překročení meze adheze dojde k dynamickým projevům v pojezdu, které budou identifikovatelné. Potvrdily se také předpokládané vlastnosti pohonu se silnou vazbou torzních pohybů s pohyby svislými a nepříznivou malou strmostí momentové charakteristiky trakčního motoru se sériovým buzením. Velmi zajímavé výsledky dává provedená spektrální analýza signálů zrychlení. Existence těchto pásem je velmi dobře zdůvodnitelná a přesně odpovídá teoreticky vypočítaným vlastním frekvencím.

Ve zjednodušeném pojetí můžeme říci, že při první vlastní frekvenci kmitá rotor vůči dvojkolím. Ze zjednodušeného vztahu pro frekvenci a pro parametry lokomotivy (momenty setrvačnosti a torzní tuhost kloubového hřídele, redukované přes nápravový převod) vychází první vlastní frekvence vřekvence 13,9 Hz. Druhá vlastní frekvence je pak charakterizována kmitáním dvojkolím a rotoru motoru vůči sobě navzájem, v protifázi. Ta je charakterizována dosazením redukovaných hodnot momentu setrvačnosti obou hmot, působících v sérii a číselně vychází 29,9 Hz. Z dynamiky nápravové převodovky pro lokomotivy Škoda 150 plyne vlastní frekvence cca 34 Hz. Tato frekvence se však ve spektru neobjevuje. Vysvětlení je v konstrukčních odlišnostech lokomotivní řady 130. Pokud by byla kupříkladu tužší závěska převodovky, což lze konstrukčně dosáhnout odstraněním pryžových prstenců z uchycení závěsu, nebo jejich náhrada za jiný typ, případně změna tuhosti vlivem stárnutí pryže (lokomotiva je stará 40 let), reálně může vyšší hodnoty tuhosti vést k posunu k vyšším hodnotám frekvence.

V záznamech se vyskytuje několik špiček v pásmech cca 38 Hz, 43 Hz, 54 Hz,

58 Hz a 70 Hz, u jednoho záznamu navíc cca 85 Hz. Na většině záznamů dominuje 43 Hz a 58 Hz. Jedna z těchto frekvencí představuje vlastní kmitý převodové skříně. Další může být projevem radiální vůle v ozubení nápravového převodu. Bohužel u této konkrétní lokomotivy nebyla zjištěna hodnota této vůle. Reálně se 1. vlastní frekvence kmitání mezi zuby může pohybovat v rozmezí 50 až 100 Hz. Vliv dalších vůlí v pojezdu lokomotivy může být zdrojem doplňkových frekvenčních špiček, které se ve spektrech objevují. Je to vůle v ložiskování, vůle ve vedení dvojkolím, případně vliv pryžových prstenců v čepovém vedení ložiskových skříní. Tomu by nasvědčoval i charakter spekter signálů měřených v podélném směru, kde se tyto vlivy uplatní. Navíc ve směru podélném, tedy ve směru jízdy, může hrát roli tuhost spřáhla, na němž byla měřena lokomotiva přivěšena k pomocné lokomotivě, jež simulovala zátěž.



Obř. 2 Ukázka jednoho z naměřených souborů dat

Měření prokázalo, že identifikovatelný dynamický projev nastává v okamžiku přechodu do prokluzu a podobně při jeho zániku. Uvedená metodika by mohla sloužit k posuzování některých vlastností pohonů hnacích vozidel.

EXPERIMENTÁLNÍ VÝZKUM ADHEZNÍ PROBLEMATIKY NA ZKUŠEBNÍM ZAŘÍZENÍ TRAMVAJOVÉHO KOLA

Zkušební zařízení tramvajové kolo–rotující kolejnice, s kolem, individuálně poháněným synchronním motorem, je v oblasti výzkumu adhezních poměrů kolo–kolejnice primárně určeno k těmto základním okruhům experimentů:

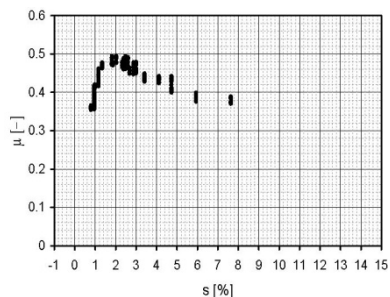
- ověření adhezní charakteristiky v celém jejím rozsahu a to při alternativně měněných parametrech, zejména svislého přítlaku, rychlosti jízdy a stavu povrchů,
- ověření adhezních charakteristik při přechodu z oblasti tahu do brzdění motorem a naopak,
- ověření adhezních charakteristik v celém jejich rozsahu a při přechodu z oblasti tahu do brzdění motorem při postavení kola vůči kolejnici do úhlu náběhu,
- výhledově simulace dynamické změny parametrů a přechodové jevy,
- výhledově nalezení limitních hodnot pro protiskluzovou ochranu tohoto typu pohonu a nalezení algoritmů pro řízení dvojice nezávislých kol.

Paralelně probíhá výzkum v oblasti elektrořízení. Jedná se zejména o řízení a regulaci synchronního motoru. Právě díky tomuto typu pohonu je zkušební zařízení unikátní.

Tato oblast, zaměřena na laboratorní měření, byla zaměřena v prvních letech na zprovoznění a rekonstrukci zkušebního zařízení. Bylo původně vyvinuto firmou VUKV a. s. a dlouhodobě zapůjčeno Doprávní fakultě Jana Pernera. Následně došlo k podstatné rekonstrukci tohoto zařízení. Rovněž bylo odborníky z Katedry elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací tech-

niky dosazeno vlastní a originální řízení synchronního motoru.

Na základě zadání firmy Škoda Transportation a. s. byly naměřeny adhezní charakteristiky nejen v režimu tahu, při různých provozních parametrech, ale v režimu přechodu mezi brzdou a trakcí a naopak. Podařilo se změřit průběhy při několika stavech povrchů. Soubory dat umožňují porovnání strmosti naměřených křivek i klesající části s jinými teoreticky nebo prakticky získanými hodnotami. Poslední rekonstrukce stavu spočívala v instalaci celé spodní části na otočnou desku, která umožňuje natáčet rotující kolejnici do úhlu náběhu vůči kolu.



Obr. 3 Naměřená adhezní charakteristika

Další výzkumné aktivity v dané oblasti se budou odvíjet od toho, nakolik bude pro výrobce přechod k zcela novému pohonu – pohonu synchronním motorem perspektivní. Pravdou je, že tento pohon má výhodné poměry výkonu, rozměrů a hmotností, výhodné charakteristiky a přes některé nevýhodné vlastnosti se nabízí jeho využití v případě samostatně poháněných kolech nízkopodlažních vozidel.

Převzato z: Lata, M., Čáp, J.: Výzkum v oblasti adheze a pohonu dvojkolí na Doprávní fakultě Jana Pernera Univerzity Pardubice. XIX. konference s mezinárodní účastí „Současné problémy v kolejových vozidlech 2009“. s.265-272, 10/2009, Česká Třebová. Univerzita Pardubice, (2009). ISBN 978-80-7395-199-3.

Rozbor příčné tuhosti a deformace dvojitého hraníkového závěsu v pojezdu železničního vozu

Ing. Petr Voltr

Univerzita Pardubice – Dopravní fakulta Jana Pernera

ÚVOD

Dvojkolí železničních vozidel, uložená v ložiskových skříních, mají být se skříní pružně spojena. Základem je vypružení svislé, zajišťované pružinami různého provedení; ale vazba je u většiny vozidel provedena jako pružná i ve vodorovné rovině.

U nákladních vozů se svislým vypružením listovou pružinou zajišťují příčné a podélné vypružení její závěsy. Na koncích hlavního listu jsou vytvarována oka, k nimž jsou pomocí čepů připojeny závěsky.

Nezávislé dvojkolí vedené rozsochami, vypružené pružnicí a spojené se skříní závěsy je konstrukce prastará. Ve funkci závěsů se vystřídaly různé součásti, ale dnes jsou standardní konstrukcí dlouhé závěsy sestávající ze dvou párů hraníků. Definuje je vyhláška UIC 517.



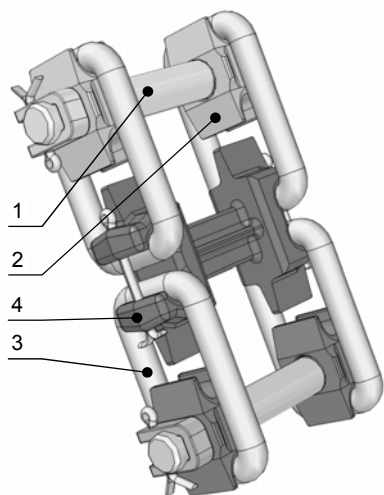
Obr. 1 Závěs ve vypružení dvounápravového nákladního vozu

Jedná se o konstrukci jednoduchou, levnou a snadno udržovatelnou. I přes jisté nevýhody, konkrétně tlumení suchým třením, které je spojeno s opotřebením dílů a jehož tlumicí účinek je neurčitý, nebude zřejmě závěskové vypružení nákladních vozů v nejbližší době opuštěno.

POPIS POJEZDU UIC 517

Základními nosnými prvky skříně nákladního vozu s nezávislými nápravami jsou hlavní podélníky, u klasické konstrukce provedené jako profily tvaru U stojinami dovnitř. Ke stojinám jsou přinýtovány nebo přivařeny rozsochy z plechu. Ke spodní pásnici, která je rozšířena plechem přivařeným buď pod ní, nebo natupo vedle ní, je přivařen koník, jenž je sám svařen ze dvou polovičních dílů z lité oceli a trubky s průměrem. Vnitřní průměr pouzdra je 36 mm a provléká se jím spodní čep závěsu.

Náprava je uložena valivými ložisky v ložiskových skříních. Ložisková skřín pro pojezd UIC 517 se vyznačuje jednak horní úložnou plochou s prohlubní pro čep opasku pružnice, jednak nástavci s plochami pro vedení v rozsochách. Ve směru podélném je mezi plochou na ložiskové skříní a příložkou rozsochy vůle 20–22,5 mm na každou stranu. Příčné vedení ložiskové skříně je jednostranné, tedy na rozsochu po vychýlení o 20 mm dosedá ta ložisková skřín, která se při příčném posuvu přibližuje ke středu vozu.



Obr. 2 Dvojitý hraníkový závěs

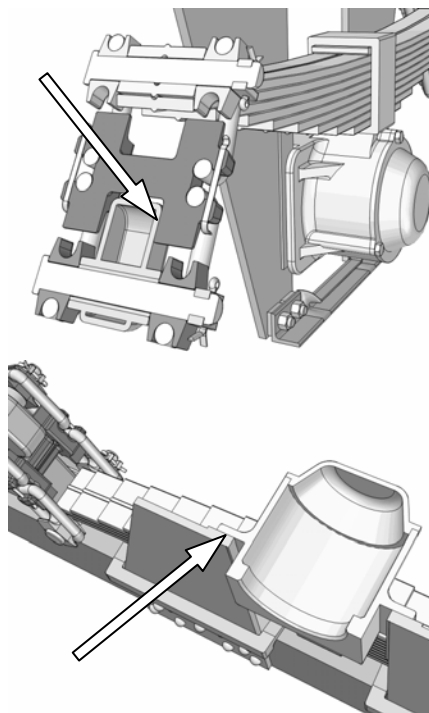
Vyhlaška UIC 517 uvádí několik standardizovaných typů lichoběžníkových a parabolických pružnic. Hlavní list pružnice je ve všech případech zakončen oky o vnitřním průměru 36 mm, tedy stejně jako pouzdra v konících. Vkládají se do nich horní čepy dvojitých hraníkových závěsů. Čepy (poz. 1 na obr. 2) mají průměr 35 mm, v těchto spojeních je tedy na průměru vůle 1 mm; k pohybu v nich dochází při vychýlování ložiskové skříně v podélném a svislém směru.

Koncová sedla závěsu (2) mají úložné plochy tvaru válce o poloměru 13,5 mm. V nich jsou uloženy hraníky (3) – obdélníkové třmeny průřezu tvaru kruhu o poloměru 12,5 mm. Vlivem vůle se při vychýlování součásti po sobě nejprve odvalují, potom smýkají.

Stejným způsobem jsou hraníky uloženy v sedlech středního článku závěsu (4). Článek závěsu je odlitek složitějšího tvaru, jenž spojuje všechny čtyři hraníky závěsu do rovnoběžníkového uspořádání. Kromě toho při určité příčné výchylce dosedá svými

výstupky na koník. Toto uspořádání umožňuje v příčném směru naklonení každého páru hraníků o jiný úhel, zatímco ve vypružení podélném působí závěs vždy jako jeden díl.

Oba závěsy jedné pružnice se sbíhají směrem vzhůru, což přispívá ke středění ložiskové skříně v podélném směru. Závěsy jsou konstruovány tak, že příčné a podélné pohyby jsou na sobě nezávislé: při příčném vychýlování se naklánějí jen hraníky ve svých sedlech, při podélném se hýbou hraníky i se sedly v čepových spojeních s koníky a pružnicí. Tudíž ani tření tlumící příčné vypružení a tření tlumící podélné vypružení se neovlivňují.



Obr. 3 Vymezení vůle v příčném vypružení. Nahoře je patrné dosednutí článku závěsu na koník, dole pak dosednutí nástavců ložiskových skříní na rozsochy.

ZÁVĚS JAKO PRVEK VYPRUŽENÍ

Závěs bez vůlí a bez tření

Nejjednodušším modelem závěsu je tuhý prut na horním konci zavěšený a zatížený svislou silou S (viz obr. 4). Při působení vodorovné síly F se vychýlí ze svislé polohy. Pokud neuvažujeme tření, platí rovnost

$$\frac{F}{S} = \frac{y}{L \cdot \cos \beta}$$

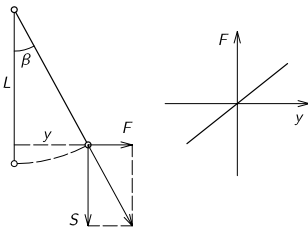
přičemž pro malé výchylky lze položit $\cos \beta = 1$ a příčnou sílu vyjádřit jako

$$F(y) = \frac{S}{L} \cdot y = k \cdot y,$$

kde k je tuhost pružné vazby. Vidíme, že je přímo úměrná svislé síle působící na závěs. Lze proto zavést normovanou tuhost

$$\tilde{k} = k/S,$$

jejíž převrácená hodnota má význam efektivní délky závěsu l_e (zde $l_e = L$). Poměrné veličiny jsou vhodné pro srovnávání různých provedení závěskového vypružení. U vozu stačí uvést poměrné hodnoty, pak lze konkrétní síly a tuhosti dopočítat pro libovolný stav ložení. Oproti tomu síly a tuhosti udané v absolutních hodnotách by platily jen pro jednu určitou hodnotu svislého zatížení.



Obr. 4 Návrh a charakteristika nejjednoduššího závěsu

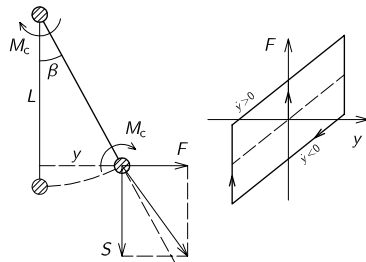
Závěs bez vůlí a se třením v čepích

Ve skutečnosti se vždy v čepích závěsu projevuje tření charakterizované součinitelem čepového tření f . Při poloměru čepů R

na každém konci závěsu působí proti pohybu moment čepového tření M_c , a příčná síla F tedy musí být větší o přídavnou sílu F_c , jež na rameni L překonává moment $2M_c$. Potom (opět pro malé výchylky) platí vztah

$$F(y) = \frac{S}{L} \cdot y \pm \frac{S}{L} \cdot 2fR = k \cdot y \pm F_c,$$

Člen vyjadřující třecí sílu se přičítá či odečítá v závislosti na směru pohybu: tření vždy působí proti pohybu. Síla překonávající tření je opět lineárně závislá na svislém zatížení a stejně jako u tuhosti lze stanovit její poměrnou hodnotu. Tuhost sama zůstává stejná; vliv tření se v diagramu projeví oddělením zatěžovací a odlehčovací větve, čímž vzniká hysterezní smyčka.



Obr. 5 Závěs s čepovým třením

Závěs s vůlemi v čepích

Není-li poloměr ploch stýkajících se v otočných koncích závěsu stejný, je třeba k úplnému popisu vlastností závěsu použít složitější model – závěs s vůlemi v uložení.

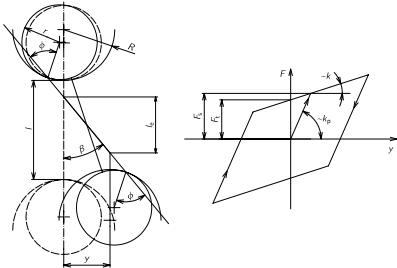
Při příčném vychýlování se hraníky v sedlech odvalují, styčné body se posouvají po jejich ploše. Efektivní délka závěsky l_{ep} je rovna délce závěsky bez vůlí, jejíž výchylka by byla stejná jako výchylka závěsky s vůlemi. Pomocí podobnosti trojúhelníků lze několikaletým dosazováním pro malé výchylky odvodit vztah

$$\tilde{k}_v = \frac{1}{l_{ep}} = \frac{1}{l} \cdot \left(1 + 2 \frac{R \cdot r}{l(R-r)} \right)$$

Síla přenášená závěskou svírá s normálami v bodech dotyku hraníků se sedly úhel φ . Jakmile tento úhel dosáhne velikosti třecího úhlu ρ , je vyčerpána schopnost přenosu tečných sil a hraníky začnou v sedlech prokluzovat. Potom je

$$k = \frac{1}{f_c} = \frac{1}{f + 2R}$$

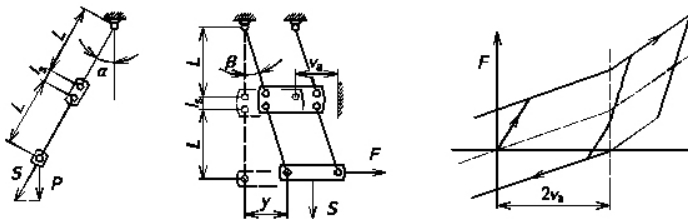
Výsledná charakteristika je podobná jako u závěsu bez vůlí a se třením, přechody mezi větvemi nejsou ale reprezentovány vislicí, nýbrž lineární funkcí se směrnici k_s .



Obr. 5 Závěs s vůlemi v čepech

Dvojitý závěs UIC 517

Při určování parametrů skutečného závěsu jako prvku vypružení (viz obr. 6) se využijí výše uvedené vztahy. Jelikož však závěsky jsou v podélné rovině od svislice odkloněny, není síla S rovna přímo svislému zatížení připadajícímu na jeden závěs P , nýbrž $P / \cos \alpha$.



Obr. 6 Dvojitý závěs na nákladním voze: boční a kolmý pohled, vpravo charakteristika $F = f(y)$ zohledňující dosednutí článku na koník, ale neuvažující dosednutí ložiskové skříně na rozsochu.

Závěs se skládá ze dvou sériově řazených dvojic závěsek, má tedy dvojnásobnou délku. Jakmile však dosedne článek závěsu na koník, přestane se spodní stupeň vychylovat a pohybuje se už jen horní – délka se tedy zmenší na polovinu a tuhost vzroste na dvojnásobek. Při jmenovitých hodnotách vůlí specifikovaných vyhláškou však k k tomuto dosednutí dochází zároveň s vymezením vůle mezi ložiskovou skříní a rozsochou. Tuhost příčného vypružení se pak lomí podstatně výrazněji, neboť se začne ohýbat rozsocha.

Literatura

- [1] Lzer, J., et al.: Kolejové vozy. Bratislava: Alfa, 1986.
- [2] Piotrowski, J.: Model of the UIC link suspension for freight wagons, in Archive of Applied Mechanics, Vol. 73, No. 7, s. 517–532. Springer-Verlag, 2003.
- [3] UIC-Kodex 517 VE. Güterwagen – Teile der Federaufhängung – Normung. UIC, 1979.

Poznámka: Tento článek je výtahem ze semestrální práce z 2. ročníku navazujícího magisterského studia na DFJP.

Ramona – lokomotiva rámové koncepce

Ing. Tomáš Michálek

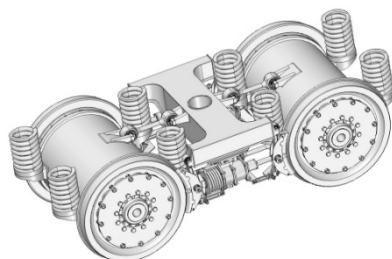
Univerzita Pardubice – Dopravní fakulta Jana Pernera

Úvod

V posledních desetiletích se v oblasti konstrukce lokomotiv ustálila koncepce podvozkových vozidel, kdy skříň lokomotivy spočívá na dvou dvounápravových, popř. třínápravových podvozcích. U vozidel pro vysoké rychlosti je zároveň patrná snaha o minimalizaci podílu nevypružených hmot. Některé vysokorychlostní jednotky tak mají trakční motory uchycené přímo na skříně a v těchto případech již rám podvozku či rozdělení vypružení na primární a sekundární pozbývá svého původního významu. Logickým vyvrcholením tohoto trendu je úplné odstranění podvozků a vytvoření lokomotivy rámového typu. V polovině 90. let vznikla v plzeňské Škodě první studie univerzální elektrické lokomotivy, vybavené revolučním vozidlem, který zcela opouští klasické podvozky [1]. Jelikož se tedy jedná o lokomotivu rámové konstrukce, byla tato pracovně označena jako Ramona. Tento příspěvek se zabývá jízdními a vodicími vlastnostmi takto uspořádané lokomotivy.

Uspořádání vozidla Ramona

Jeden z posledních návrhů konstrukčního uspořádání vozidla lokomotivy vypracoval v rámci své diplomové práce Ing. Gregor [2]. Skříň lokomotivy je v tomto uspořádání uložena prostřednictvím flexicoil pružin přímo na dvojkolích, resp. na skříních nápravových trakčních motorů. V této variantě jsou tak motory uloženy přímo na dvojkolích, a tudíž tvoří nevypružené hmoty. Skříň lokomotivy tedy spočívá na dvojici vozidlových skupin; celkový pohled na jednu vozidlovou skupinu je na obr. 1.



Obr. 1 Vozidlová skupina Ramony

Vždy dvě dvojkolí jsou spolu vázána prostřednictvím pomocného rámu; vedení každého dvojkolí je provedeno pomocí dvojice ojniček a je doplněno třetí ojničkou pro zachycení kroutícího momentu motoru. Pomocným rámem, ke kterému jsou prostřednictvím ojniček uchycena vždy dvě dvojkolí s trakčními motory a který zároveň slouží i pro uchycení oboustranně působících jednotek špalíkové brzdy, pak prochází čep, jenž je součástí skříně lokomotivy.

Z uvedeného popisu je zřejmé, že relativní pohyby jednotlivých dvojkolí vůči skříně v příčném a v podélném směru jsou umožněny příčnou poddajností flexicoil pružin a poddajností pryžových pouzder ojniček.

Svislé kmity ve vypružení jsou tlumeny celkem 16 svislými hydraulickými tlumiči, umístěnými koaxiálně v jednotlivých pružinách. Příčné pohyby dvojkolí vůči skříně jsou pak tlumeny pomocí celkem 4 hydraulických tlumičů, umístěných ve vodorovné rovině, procházející osami dvojkolí.

S ohledem na vysoký podíl nevypružených hmot je uvažováno s použitím skládaných kol s pryžovými segmenty. Pro pohon

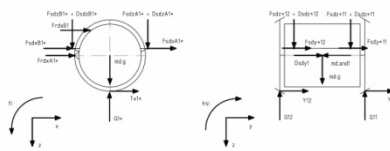
dvojkolí mají být použity synchronní trakční motory s permanentními magnety (PMSM) v nápravovém provedení, které pohánějí dvojkolí přímo, bez převodovky.

Dynamický model rámové lokomotivy

Za účelem vyšetření jízdních a vodicích vlastností Ramony byl sestaven dynamický model tohoto vozidla. Dynamický model celého systému vozidla a koleje je zde tvořen soustavou tuhých těles, vzájemně spolu vázaných pružnými a tlumivými vazbami (tzv. multi-body system). Model musí postihovat hmotnostní a rozměrové parametry jednotlivých těles, jejich prostorové uspořádání a charakteristiky vazeb mezi těmito tělesy. Při uvažování tuhých těles zároveň dochází k jistému zkresení reality, které je způsobeno tím, že tuhé těleso má veškerou svoji hmotnost soustředěnu v těžišti a jeho geometrie je charakterizována pouze momenty setrvačnosti k jednotlivým osám. Pro účely použití výsledků multi-body simulací v technické praxi však takto vzniklé chyby nejsou významné. S ohledem na náročnost výpočtů, požadavek na přehlednost simulačního programu a numerickou stabilitu je také výhodné uvažovat pouze dostatečně hmotná tělesa a ta drobnější (pružiny, tlumiče, prvky vedení dvojkolí atd.) redukovat. Dynamický model samotné Ramony je proto sestaven ze 7 tuhých těles – 4 dvojkolí (včetně nápravových trakčních motorů), 2 rámu „podvozku“ a skříňné lokomotivy.

Při sestavování dynamického modelu byla v této fázi výzkumu provedena některá zjednodušení, z nichž nejvýznamnější je uvažování klasických monoblokových kol namísto skládaných, pryží odpružených. Samotná tvorba dynamického modelu spočívá ve vytvoření kinematických schémat, která vycházejí z výkresové dokumentace (3D modelu) pojezdu a zjednodušeně znázorňují uspořádání jednotlivých těles a vazeb mezi nimi. Poté následuje aplikace metody uvolnění, kdy je nutné tělesa dyna-

mického modelu uvolnit zavedením sil v příslušných vazbách. Příklad takového postupu je znázorněn na obr. 2.



Obr. 2 Síly působící na 1. dvojkolí

Simulační výpočty jízdních a vodicích vlastností rámové lokomotivy

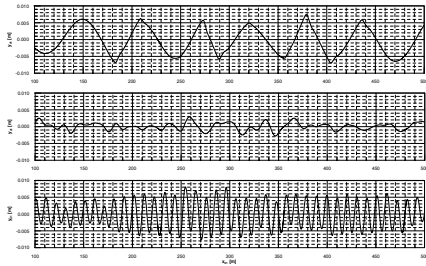
Dynamický model rámové lokomotivy byl matematizován pro potřeby algoritmicizace v programovém systému SJKV, jenž je vyvíjen na Dislokovaném pracovišti Dopravní fakulty Jana Pernera v České Třebové. Vznikla tak nová verze simulačního programu označená jako SJKV-RMN.

Následně byly provedeny simulační výpočty jízdních vlastností Ramony v přímé koleji a jejich vodicích vlastností při průjezdu obloukem koleje. K výsledkům simulačních výpočtů bylo přistupováno na základě metody pro hodnocení jízdních zkoušek železničních vozidel na reálné trati, dané normou ČSN EN 14363:2006 [3]. Kromě tohoto přístupu byla v případě jízdních vlastností v přímé koleji použita i starší metoda hodnocení pomocí známky jakosti chodu W_z . Dále bylo podrobněji sledováno také chování některých částí lokomotivy při simulaci jízdy po reálné trati.

Hodnocení jízdních vlastností Ramony

Za účelem vyhodnocení jízdních vlastností podle [3] byly použity výsledky simulace jízdy rychlostí 220 km/h na přímé trati třídy kvality QN1 délky 2 km. Jako zdroj dat o nerovnostech kolejnicových pásů přitom sloužila tzv. ORE trať s provedenou korekcí. Simulace byly provedeny pro tři varianty kontaktu kolo–kolejnice, charakterizované ekvivalentními konicitami 0,010, 0,207

a 0,403. Ukazuje se, že právě velikost středního účinku dvojkolí má značný vliv na stabilitu jízdy a charakter pohybu dvojkolí ve volném kanálu koleje vůbec – viz obr. 3.



Obr. 3 Příčná výchylka 1. dvojkolí pro různé podmínky kontaktní geometrie dvojkolí–kolej (trať kvality QN1; $V = 220 \text{ km/h}$)

Svoji vypovídací schopnost má v tomto případě i hodnocení pomocí známky jakosti chodu v příčném směru, která se při jízdě po koleji s nízkou ekvivalentní konicitou pohybuje kolem hodnoty $Wz = 2,5$, čemuž odpovídají i uspokojivé výsledky statistického hodnocení vybraných veličin podle [3]. Při jízdě s kontaktem o ekvivalentní konicitě 0,403 však Wz nabývá hodnoty 4,9 a vozidlo se již pohybuje nestabilně – viz též průběh příčné výchylky 1. dvojkolí na obr. 3 dole.

Hodnocení vodících vlastností Ramony

Simulační výpočty vodících vlastností byly realizovány pro průjezd lokomotivy obloukem o poloměru 250 m s převýšením 150 mm a s nerovnostmi koleje, odpovídajícími velmi kvalitní trati (QN1). Na základě požadavku normy [3] byla volena rychlost jízdy odpovídající nevyrovnanému zrychlení o velikosti $1,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, tedy 82 km/h . Z výsledků je zřejmé, že při průjezdu oblouky o malých poloměrech se již nijak výrazně neprojevuje vliv kontaktní geometrie dvojkolí–kolej. Lokomotiva zaujímá takovou polohu, že se všechna dvojkolí pohybují u vnějšího kolejnicového pásu, přičemž 1. a

3. dvojkolí na něj přímo naléhají. Vodicí síla na nabíhající kole 1. dvojkolí nabývá při hmotnosti lokomotivy 85 t očekávané hodnoty, která se nachází těsně pod svojí mezní hodnotou 60 kN.

Závěr

Simulační výpočty ukazují, že lokomotiva rámové koncepce je v principu schopna jízdy vysokými rychlostmi, a to i při zachování dobré průjezdnosti oblouky koleje. Zároveň je však nutné mít na paměti, že tyto výpočty jsou založeny na mnoha zjednodušujících předpokladech. I tak je však možné sledovat např. trendy v chování vozidla při změně různých vstupních parametrů.

Optimalizace parametrů a koncepce pojezdu Ramony tak bude v rámci těsné spolupráce mezi Škodou Transportation a DFJP dalším krokem ve vývoji tohoto vozidla.

Literatura

- [1] Špalek, P., Vohradský, J.: Ramona – rámová lokomotiva. Zpráva č. Lo 668 A. Škoda Dopravní technika s.r.o., Plzeň, 1996.
- [2] Gregor, M.: Optimalizace pojezdu lokomotivy pro zvýšení rychlosti. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, 2008.
- [3] ČSN EN 14363:2006. Železniční aplikace – Přejímací zkoušky jízdních charakteristik železničních vozidel – Zkoušení jízdních vlastností a stacionární zkoušky. Český normalizační institut, 2006.

Poznámka: Tento článek je výtahem z diplomové práce řešené na DFJP – viz: Michálek, T.: Čtyřnápravová lokomotiva rámové konstrukce. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, 2009.

Jízdní obrys kola dvojkolí v podmínkách Dopravního podniku hlavního města Prahy

doc. Ing. Jaromír Zelenka, CSc.

Univerzita Pardubice – Dopravní fakulta Jana Pernera

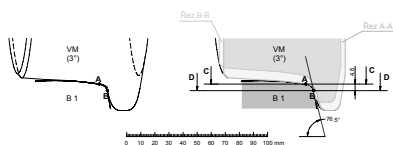
Tvar jízdního obrysu kola v interakci s příslušným typem kolejnice je určující pro dobré jízdní a vodící vlastnosti vozidla, opotřebením, bezpečnost proti vykolejení a má také vliv na úroveň hlukové emise vyzařované kontaktem kola s kolejnicí.

V tramvajovém provozu se v poslední době vyskytují problémy s nadměrným opotřebáváním kolejnic a jízdních obrysů kol doprovázeným snížením kilometrických proběhů vozů mezi nutnými reprofilacemi jízdních obrysů kol. Provoz tramvajů se navíc vyznačuje průjezdy oblouky velmi malých poloměrů, které jsou doprovázeny zvýšeným příčným působením nabíhajících kol na vnější kolejnici oblouku. V provozu tramvajů DP Praha dochází také k extrémnímu poškozování kolejnic tvorbou tzv. zákusů, které se u jiných měst nevyskytují.

Pro objasnění opotřebovacích procesů působících mezi kolem a kolejnicí je možné na základě teoretické analýzy použít zjednodušený vztah vyjadřující měrnou ztrátovou práci $A \cong P \cdot f \cdot \alpha \cdot \beta$, kde A – třecí práce v kontaktu kola s kolejnicí, P – řídicí síla (síla působící mezi kolem a kolejnicí v příčném směru), f – součinitel tření mezi kolem a kolejnicí, α – úhel náběhu (postavení dvojkolí nebo podvozku v oblouku koleje), β – úhel sklonu okolku.

Zjednodušeně lze říci, že snížit opotřebením mezi kolem a kolejnicí je možné snížením velikosti jednotlivých členů této základní rovnice. Z rozboru této rovnice dále vyplývá, že k velkému opotřebením kol a kolejnic dochází v obloucích velmi malých poloměrů (velká řídicí síla P a velký úhel náběhu α), na suché koleji s případným pískováním (velký součinitel tření f), průjezdem oblouku

vyšší rychlostí (velká řídicí síla P), a u jízdního obrysu s větším úhlem sklonu okolku (jízdní obrys VM). Příklad kontaktních poměrů mezi kolem a kolejnicí je na obr. 1.



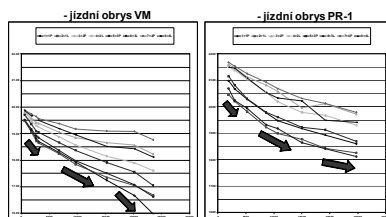
Obr. 1 Kontakt kolo-kolejnice v oblouku

Teoretickým rozбором a zpracováním výsledků řady měření opotřebených kol bylo konstatováno, že jízdní obrys VM není vhodný zejména svým příliš strmým okolkem 75° , který se opotřebením ještě více zvětšuje. Na základě spolupráce byl Dopravní fakultou navržen nový jízdní obrys PR-1 se jmenovitým úhlem sklonu okolku 70° (pozn.: úhel sklonu okolku používaný u většiny jízdních obrysů kol tramvajů) a s příznivější křivkou obrysu. Jízdní obrys PR-1 byl navržen s cílem zpomalit proces opotřebování kol a kolejnic. Pro celkové řešení prodloužení kilometrického proběhu mezi nutnými reprofilacemi jízdního obrysu byla navržena další provozní doporučení.

Na základě rozhodnutí Drážního úřadu byl jízdní obrys PR-1 uveden do zkušebního provozu s cestujícími na celkem devíti tramvajích. V polovině zkušebního provozu (po ujetí 25 000 km) bylo provedeno zhodnocení na základě provedených měření. Z vyhodnocení této etapy zkušebního provozu vyplývají velmi dobré zkušenosti, které je možné shrnout do následujících bodů:

- U jízdního obrysu VM se úhel sklonu okolku zvyšuje. V některých případech dosahuje téměř 90°, což velmi zvyšuje opotřebovací procesy mezi kolem a kolejnicí (výrazný růst opotřebených kol i kolejnic). Kola i kolejnice se tomuto stavu tvarově přizpůsobují, takže v současné době je tvar opotřebených kolejnic přizpůsoben stávajícímu jízdnímu obrysu VM.
- Jízdní obrys PR-1 se po určité době vlivem opotřebením kolejnic přetřansformovává do tvaru jízdního obrysu VM. Je to způsobeno tím, že počet vozidel s jízdním obrysem PR-1 v provozu je zanedbatelný, a vliv tohoto nového jízdního obrysu se na kolejovém svršku nemůže zatím projevit.
- Opotřebený jízdní obrys PR-1 však nemá tendenci zvětšovat úhel sklonu okolku, což je pro snižování opotřebením velmi příznivé.
- Při postupném zavádění jízdního obrysu PR-1 do provozu se bude hlava kolejnice postupně tvarově přizpůsobovat tomuto novému obrysu PR-1 a dalším provozem si bude tento tvar zachovávat.
- Důležitým parametrem sledovaným při zkušebním provozu je i výška okolku jízdního obrysu. Na obr. 2 je porovnání opotřebením jízdních obrysů z hlediska výšky okolků. Trend rychlosti opotřebením je z porovnání příznivější pro jízdní obrys PR-1, ačkoliv je provozován na kolejnicích přizpůsobených jízdnímu obrysu VM.
- Ze subjektivního hodnocení řidičů tramvajů opatřených jízdním obrysem PR-1 vyplývá, že vozidlo s tímto novým jízdním obrysem je při jízdě velmi klidné bez náchylnosti k příčnému rozkmitávání. Tato skutečnost je výrazně lepší i na kolejích po rekonstrukci, tedy na kolejích s velmi dobrou geometrickou polohou koleje.
- Při lepším kontaktu kola kolejnicí, který vytváří jízdní obrys PR-1, je předpoklad lepších adhezčních vlastností, které v konečném důsledku povedou i ke snížení potřeby pískování.

- Vozidla s novým jízdním obrysem vykazují také výrazně nižší emise hluku do okolí.



Obr. 2 Změny výšky okolků po 25 000 km

K opotřebením jízdních obrysů dochází provozem po kolejích DP, které nejsou vždy ve zcela příznivém stavu. V některých úsecích tramvajové tratě má špatný stav kolejového svršku výrazný vliv na charakter opotřebením jízdních obrysů. Jedná se především o žlábků kolejnic zaplněné pískem a dalšími nečistotami, kdy dochází k odvalování kola po temeni okolku a tento okolek je extrémně zatěžován. Vlivem rozdílných skluzových rychlostí se takto namáhaný okolek velmi rychle tvarově deformuje. V obloucích, kde se vyskytuje sekundární žlábek jako důsledek provozu jízdních obrysů s malou hodnotou výšky okolků, se boky okolků velmi intenzivně opotřebují a náběhem na sekundární žlábků se okolek také velmi rychle deformuje. Vznikem sekundárních žlábků dochází k rozšiřování rozchodu koleje a tím se může zvyšovat úhel náběhu dvojkole. To má za následek výrazné zvýšení opotřebením jízdního obrysu i kolejnice.

Stav kolejového svršku tedy velmi ovlivňuje i opotřebením jízdních obrysů kol, vzájemná interakce kola s kolejnicí bez důsledné údržby tratí nebude mít zavedením nového jízdního obrysu PR-1 plně očekávaný efekt. Jedině důslednými opatřeními jak ze strany vozidel, tak i ze strany tratí, povede zavedením nového jízdního obrysu PR-1 v konečném důsledku k výraznějšímu zvýšení kilometrického proběhu tramvajů a tedy snížení nákladů na údržbu.

Setkání Mezinárodní asociace pro vlastnosti vody a páry

IAPWS Meeting

Niagara Falls, Kanada, 18.-23. července 2010.

Ing. Oldřich Šifner, CSc
Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i., Praha

Setkání organizoval Kanadský národní komitét pro vlastnosti vody a páry (CNC IAPWS) vedený Dr. D. Guzanasem s podporou National Research Council of Canada (NRC), Candu Owners Group (COG) a Atomic Energy of Canada Ltd. (AECL). Výročního jednání se zúčastnilo kolem 63 vědeckých pracovníků a inženýrů z 11 zemí. Jednání probíhalo v Hotelu a konferenčním centru Sheraton Fallsview, 6755 Fallsview Boulevard, Niagara Falls, ON L 2G 3W7, Canada.

Organizační výbor zajistil bezchybný průběh celé akce. Časový i věcný program EC a WG byly splněny v plném rozsahu. Velmi vysoce lze hodnotit kvalitu přednášek na semináři i referátů přednesených na jednáních pracovních skupin.

Delegaci CZ NC tvořilo 7 účastníků, kteří pokryli jednání EC i všech pracovních skupin. Jejich účast na jednání byla umožněna pře-devším díky projektu MŠMT ČR „Mezinárodní spolupráce ve výzkumu vlastností vody a vodných směsí v rámci IAPWS“. Účastníci z ČR měli 7 referátů, řadu diskusních příspěvků a kuloárních jednání, týkajících se dalších prací či spoluprací. V pracovních skupinách byly předneseny tyto diskusní příspěvky členů a spolupracovníků CZ NC:

- Miyagawa K., Hrubý J., Ochkov V., Vinš: Test Report of the Proposal Guideline on an Equation of State for Humid Air in Contact with Seawater and Ice, Consistent with the IAPWS Formulation 2008 for the Thermo-dynamic Properties of Seawater (TPWS),
- Perry W., Hiegemann M., Kretzschmar H.-J., Mareš R., Miyagawa K., Okita N., Rukes B., Weger I., Nový A.: Industrial Requirements and Solutions for Steam Property Calculations. (TPWS)
- Hrubý J.: Nucleation of Water from Supercooled Steam and Revision of ICRN-15 on Metastable Steam, Report of the Task Group. (TPWS)
- Hrubý J.: Metastable Steam and Nucleation, Report on Establishing of a Task Group. (TPWS)
- Šedlbauer J., Ehlerová, Slavík M.: Establishing Recommended Data on Thermodynamic Properties of Hydration for Selected Solutes and Gases. (PCAS)
- Sedlář M.: Homogeneous Nucleation during Cavitation Processes. (PCAS)
- Hrubý J., Kolovratník M., Ždímal V., Bartoš O., Jiříček I., Moravec P.: Measurements of Heterogeneous Particles in Superheated Steam in Turbines of Coal-Fired Power Plants. (PCC)

Podrobnosti z jednání pracovních skupin (WG) jsou shrnuty v zápisech (Minutes) jednotlivých pracovních skupin dostupných na www.iapws.org v Minutes from IAPWS Annual Meetings.

Jednání WG TPWS, IRS a SCSW¹ byla až na výjimky společná po celou dobu zasedání; zúčastnilo se

¹ WG TPWS: Pracovní skupina termofyzikálních vlastností vody a vodní páry

WG IRS: Pracovní skupina pro požadavky průmyslu a jejich řešení (Industrial Requirements and Solutions) - nahradila v roce 2001 dřívější WG IC pro průmyslové výpočty.

SCSW: subkomitét pro mořskou vodu.

jich kolem 25 pracovníků. Též u dalších pracovních skupin proběhla společná jednání. Z nejzávažnějších bodů lze zmínit:

Všechny pracovní skupiny předložily **Mission Statements**, definující cíle pracovních skupin pro lepší orientaci veřejnosti, které po schválení EC budou zveřejněny.

Všechny WG se rovněž zabývaly IAPWS ICRN², jejichž výsledek lze shrnout takto:

IAPWS ICRN

- 10: **pH Measurements and Potentiometric Studies of Supercritical Aqueous Solutions.** Úpravy vyžadují spolupráci PCAS a SCSW.
- 13: **Surface Tension of Aqueous Solutions.** (1998-2005)³ Připravit závěrečné prohlášení.
- 14: **Thermophysical Properties of Humid Air and Combustion Gas Mixtures.** (2002-2011). Připravit závěrečné prohlášení. Uvažuje se o přípravě nového ICRN o carbon capture and sequestration (CCS) a jeho předložení na 2011 IAPWS meeting.
- 15: **Thermodynamic Properties of Metastable Steam.** (2002- Revize 2005 - 2011) Připravit novou verzi pro 2011).
- 16: **Thermophysical Properties of Seawater.** (2007- revize 2010) revidovat a doplnit nezbytná zpsněnění. Prodloužit do r. 2013.
- 17: **Research on Amines in the Power Industry.** Distribuováno 4.3.2010; dořešit připomínky před předáním EC ke schválení. Zvláště potřebné je řešení group contribution pro high-temperature amines.
- 18: **Mechanism of Decomposition of Ion-exchange Resin.** (2006-2010) Připravit závěrečné prohlášení.
- 19: **Improved Coolant Sampling and Analysis of Low Concentration Metals (Fe, Cu, Co, etc.)** (2006-2009) Prodloužit do 2011 a novelizovat.
- 20: **Sensors for Use at Elevated Temperature in the Plant Cycle of the Power Industry.** (2006-2009) zájem o pokračování, revidovat a přeformulovat.
- 21: **Thermophysical Properties Associated with Ultra-supercritical Coal-fired Steam Generators.** (2009-2012)

WG PCAS: Pracovní skupina fyzikální chemie vodných systémů

WG PCC: Pracovní skupina chemie elektřárenských oběhů.

² ICRN (IAPWS Certified Research Needs) předkládají názory expertů na výzkum potřebný v jednotlivých oblastech, často jako odezvu na nezbytný nedostatek dat v dané oblasti. Sestávají zpravidla z definice problému nebo potřeby průmyslu, kontaktní osoby a lhůty. IAPWS výzkum nefinancuje, avšak ICRN lze použít jako zdůvodnění návrhu pro sponzory.

³ (první číslo definuje rok zadání, druhé rok vypršení lhůty platnosti.

22: Steam Chemistry in the Turbine Phase-Transition Zone. (2010-2013) revidovat společně s WG PCC.

23: Dew Point for Flue Gas of Power-Plant Exhaust (2008-2011) (zaměřit se na názory výrobců HRSD, revidovat s ohledem na nová, odlišná data; dle potřeby doplnit nebo změnit v roce 2011.

24: Thermal Conductivity of H₂O at Low Pressures and High Temperatures. (2009- 2012.)

25: Corrosion Mechanisms that are related to the Presence of Contaminants in Steam/Water Circuits, particularly in Boiler Water. Připravit konečnou verzi do konce r. 2010.

26: Behavior of Aluminum in the Steam Water Cycle of Power Plants. Nový návrh z WG PCC 2010, dopracovat.

V pracovních skupinách byly provedeny a schváleny změny ve vedení WG a revidováno členství.

Z významnějších záměrů jednotlivých pracovních skupin lze uvést:

Odstupující předseda **IRS** Parry doporučil vytvoření nové Úkolové skupiny (TG) pro sestavení seznamu společností za účelem zjištění jejich požadavků a pro zjištění zda Release IF-97 spojený s Release o tepelné vodivosti poskytují dostatečnou dokumentaci pro jejich správné a konsistentní užívání v praxi.

SCSW: Bude pokračovat spolupráce s SCOR a IAPSO, a ve vývoji modelu tepelné vodivosti mořské vody. Do roku 2011 bude připravena zpráva o vývoji formulace elektrické vodivosti mořské vody.

PCAS: Hlavní diskuse se týkala společného projektu IAPWS/IUPAC „Recommended Data on Thermodynamic Properties of Hydration for Selected Organic Solutes and Gases“ (koordinátor Doc. Sedlbauer). Výsledky budou publikovány v Excel formátu nebo web-based aplikaci; zpráva Eherlove byla distribuována v PCAS v elektronické formě. Do konce r. 2010 bude připraven článek o vysokoteplotních datech. Rovněž byly diskutovány různé možnosti existence skupiny v budoucnosti. Vzhledem k jejímu významu z hlediska základního výzkumu bylo doporučeno ji ponechat a rozšířit společné workshopy s ostatními skupinami.

Vedení IAPWS: Koncem roku 2010 končí funkční období prezidenta Dr. D. Frienda; od začátku r. 2011 ho nahradí nyníjší vice-prezident K. Daucik. Na jeho místo, podle běžných zvyklostí, by měl jmenovat svého kandidáta Ruský NC a to do konce října 2010.

Projednávané nebo schválené dokumenty Výkonným výborem (EC):

Guideline on an Equation of State for Humid Air in Contact with Seawater and Ice, Consistent with the IAPWS Formulation 2008 for the Thermodynamic Properties of Seawater.

Ediční změny provedené prof. Wagnerem v Revised IAPWS-95 Release schválila WG TPWS WG a informovala o nich EC.

Revize Revised Release on the Pressure along the Melting and Sublimation Curves of Water byla schválena WG TPWS (dle návrhu prof. Wagner) a po prohlídce Edičním komitétem bude příští rok zaslán národním komitétům ke korespondenčnímu hlasování.

Prof. Sengers referoval o vývoji nového dokumentu o tepelné vodivosti obyčejné vody. Byla určena vyhodnocovací skupina vedená prof. R. Marešem s dalšími čítrými členy. Vyhodnocení

by mělo být provedeno do konce r. 2010, a formulace by měla být připravena do IAPWS meeting 2011.

Úkolová skupina „Task Group on Metastable Steam and Nucleation“ byla vytvořena Dr. Hrubým. Jejím úkolem bude modifikovat stávající ICRN-15 na thermodynamic properties of metastable steam s možností výpočtu z molekulárních vlastností a pro 2011 IAPWS meeting má připravit nový ICRN o homogenní kapénkové nukleaci ve směsi přesycené vodní páry a inertního plynu.

K ediční revizi byla předložena inovovaná Advisory Note # 2 on Roles of Various IAPWS Documents, zahrnující schválené nebo revidované dokumenty v r. 2009.

WG PCC připravila třetí TGD⁴ s názvem *Volatile Treatments for the Steam-Water Circuits of Fossil and Combined Cycle/HRSG Power Plants*, který EC jednomyslně schválila.

V organizační oblasti bylo schváleno, aby Francie byla přefazena mezi přidružené členy; podobně se chystá i pro Recký NC z důvodu dlouhodobého prodlení v platbě členských příspěvků bez náležitého vysvětlení. Švýcarsko požádalo o prodloužení svého přidruženého členství (Associate Membership) o další tři roky s ohledem na skutečnost, že se jim nepodařilo zajistit dlouhodobou finanční podporu. Nově byl vyžádán souhlas pro zřízení Scandinavian Joint Committee of IAPWS (SIAPWS) zahrnující Dánsko, Švédsko, Norsko, Finsko a vyhledové i Island. O členství uvažují i Spojené Arabské Emiráty (UAE) a Austrálie.

IAPWS Collaborative Young Scientist Projects: O dosavadních výsledcích společného projektu USA a ČR, „Thermophysical Properties of Supercooled Water“, pro nepřítomnost doktorandky RNRD. J. Kalové informoval M. A. Anisimov (Inst. for Physical Sciences and Technology, Dept. of Chemical Engineering, University Maryland), viz bod 21, Attachment 4 originální zprávy na www.iapws.org v Minutes from IAPWS Annual Meetings/2010.

V letošním roce byly předloženy a schváleny 2 návrhy: 1) „An Experimental Study of Thermal Conductivity of the Binary Ammonia + Water System at High Temperatures and Pressures“. IAPWS sponzory jsou Dr. Harvey (USA) a Prof. Petrova (Rusko). Řešitelem je F. N. Shamsedinov nebo jeho kolega z Kazanské Státní Technologické University, Kazan, Tatarstan, Rusko. Navržená IAPWS podpora je \$18,000 pro 6ti měsíční pobyt v NIST, Boulder, Colorado, USA.

2) „Development of Thermodynamic Models for Hydrates in Water – Carbon Dioxide Mixtures“. IAPWS sponzory jsou Dr. Hrubý (ČR) a Prof. Span (NSR). Řešitelem je Ing. Václav Vinš, IT AV ČR. Šestiměsíční stáž bude na Ruhr-Universität in Bochum od února 2011. Finanční podpora od IAPWS je 12,000 € (\$15,423 US). Cestu bude hradit IT AV ČR.

IAPWS Symposium 2010

“BUILDING ON SYNERGIES: CHEMISTRY RESEARCH, SAMPLING AND MONITORING IN HIGH-TEMPERATURE WATER AND STEAM-WATER SYSTEMS.”

Po zahájení prezidentem IAPWS následovala Helmholtz Award Lecture – “To Scale or Not to Scale in 2500 psig

⁴ TGD: Technical Guidance Document – jejich cílem je poskytnout jednotné mezinárodní směrnice pro chemii oběhů výrobců a ostatním organizacím zabývajících se touto problematikou.

Thermal Enhanced Oil Recovery Steam Generators Utilized for Produced Water, Applications" Melonie Myszczyzyn (Canadian Natural Resources Limited) a po uvitání účastníků Předsedou CNC. Dave Guzonasem (Atomic Energy of Canada Ltd). Přednášky proběhly ve čtyřech sekcích. **Session 1: Fossil and Nuclear Boiler Operational Experience. Session 2: Fossil and Nuclear Boiler Operational Experience (continued), Session 3: Supercritical Water Chemistry, Session 4: Linking Boiler Corrosion and Water Chemistry**, následované závěrečnou diskusí a závěrem Symposia "The Role of Water in Energy Transition". (Úloha vody v přechodném stadiu energetiky). Přednášky z IAPWS Symposia jsou zčásti zveřejněny na internetu http://www.iapws.ca/Toronto_10_meeting.html v CNC-IAPWS/COG Meeting 2010 July 21 Niagara Falls, Canada.

Termíny a místa budoucích IAPWS Meetings a ICPWS

2011 IAPWS Meeting Plzeň, ČR, September 4-9

Informace a program 2011 IAPWS Meeting budou zveřejněny v průběhu dubna 2011 na www.it.cas.cz/czncpws a na www.iapws.org pod Meetings.

2012: IAPWS Meeting USA nebo Abu Dhabi UAE (United Arab Emirates)

2013: 16th ICPWS, Anglie; organizuje BIAPWS pravděpodobně v Londýně. Pracovní setkání Mezinárodního programového komitétu a Místního organizačního komitétu bude v r. 2012.

2014: IAPWS Meeting Rusko.

Recenze knihy

*Doc. Ing. Václav Cyrus, DrSc.,
AHT Energetika s.r.o., Praha-Běchovice*

S.L. Dixon and C.A. Hall

Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery

Vydání v nakladatelství: Butterworth – Heinemann Publishers, 2010

Rozsah: 451 stran

Nedávno se mi dostala do rukou anglická učebnice s názvem: „Fluid mechanics and thermomechanics of turbomachines“, jež byla vydána v letošním roce. Autoři Dixon a Hall jsou britští vysokoškolská pedagogové ze strojních fakult univerzit v Liverpoolu a Cambridge. Z velmi pěkně graficky řešené titulní strany plyne, že se jedná již o 6. vydání. Autor tohoto příspěvku vlastní 2. vydání z roku 1975 v ruském překladu. Během 35 let došlo k výraznému přepracování a k značnému doplnění textu. Publikaci to prospělo zejména po stránce pedagogické. Tyto úpravy vyšly z dlouhodobých zkušeností, získaných při výuce předmětu: „Turbostroje“. Obdobná učebnice není u nás v současné době k dispozici. V češtině se vžil pro tuto skupinu strojů také odborný termín „lopatkové stroje“. Současná podoba knihy, jež je určena studentům, doktorandům a inženýrům z praxe, autora velmi zaujala. Proto se rozhodl uveřejnit tuto recenzi.

S turbostroji se setkáváme v dnešním životě na každém kroku, v letecké a automobilové dopravě, energetice, v chemickém a plynárenském průmyslu, u klimatizačních zařízení, v zásobování obyvatelstva vodou apod. Např. v dnešním moderním osobním automobilu se spalovacím

motorem najdeme několik lopatkových strojů: turbodmychadlo sestávající se z radiálního kompresoru a turbíny, vodní radiální čerpadlo, radiální ventilátor bubnového typu v topné soustavě vozu a osový ventilátor pro intenzivní chlazení kapaliny v chladiči.

Knihy má deset základních kapitol. První úvodní je věnována základním zákonům termodynamiky a mechaniky tekutin v oboru lopatkových strojů. Jsou zde vysvětleny nejdůležitější pojmy a definice, konstrukční provedení jednotlivých druhů turbostrojů. Především jsou uvedeny definice účinnosti jak strojů, jež energii vyrábějí (turbíny parní, plynové, vodní a větrné) tak spotřebovávají (turbokompresory, ventilátory a čerpadla). Druhá kapitola se zabývá zákony podobnosti v souvislosti se zobecněním pracovních charakteristik. Dále je uveden a diskutován Cordierův diagram pro volbu nejvhodnějšího typu turbokompresoru, čerpadla a ventilátoru, aby bylo dosaženo co možná nejvyšší hodnoty účinnosti.

Další kapitola pojednává o rovinných lopatkových mířících kompresorového a turbínového typu. Vlastnosti těchto elementů jsou základem pro metodiku aerodynamického a hydraulického návrhu osových turbostrojů. Jsou popsány základní výpočtové metody dle britských autorů: Howela resp. Ainleyho při stanovení návrhových vstupních a výstupních úhlů a energetických ztrát proudu pro zadanou geometrii lopatkové míře. Avšak specifikovaná metoda Howela se v současné době již při návrzích axiálních kompresorů a ventilátorů neuznává kvůli menší obecnosti v porovnání s me-

todou Liebleina. Ta byla sestavena v americké organizaci NACA. V textu jsou naznačeny vlivy Reynoldsova a Machova čísla proudu na ztráty energie v obou typech míříže.

Čtvrtá resp. pátá kapitola knihy stručně popisuje návrh osových turbín respektive kompresorů. Jsou uvedeny metodiky předběžného jednorozměrného návrhu jedno a vícestupňového stroje. Je vysvětleno zahrnutí podkladů o rovinných mířížích do návrhového postupu. Čtenář může také v textu najít vliv relativně vysokých Machových čísel na aerodynamické vlastnosti vysokorychlostních osových kompresorů zejména pro letecké motory. V následující kapitole jsou zmíněny otázky spojené s třírozměrností proudění v osových strojích. Jedná se např. o návrhové rozložení práce stupně po poloměru podle různých pravidel. Také je naznačena problematika sekundárního proudění v lopatkových řadách. Pro nedostatek místa v učebnici jsou popsány pouze některé jevy.

Uplatnění radiálních turbostrojů v průmyslu, dopravě a v energetice roste. Základy návrhu a výpočtu charakteristik radiálních kompresorů, čerpadel a ventilátorů resp. turbín jsou vysvětleny v kapitole č.7 resp. 8. Jsou probírány otázky spojené s návrhem oběžného radiálního kola, difuzoru a spirální skříň. Přitom se užívají poznatky z teorie podobnosti. Volbě součinitele skluzu při návrhu stupně je věnována značná pozornost. Je stručně popsáno řešení vstupní části oběžného kola turbokompresoru se záběrníkem. U vodních lopatkových strojů se vyskytuje kavitace. Hlavní zákonitosti jejího vzniku jsou také vysvětleny v této kapitole.

Při návrhu radiálních turbín se používají ve značné míře empirické podklady. Při jejich zpracování se rovněž používají podobnostní kritéria. Z taktu sestavených závislostí se odvozuje počet lopatek a jejich rozteč v oběžném kole. Při volbě optimálního vstupního úhlu lze pak dosáhnout dobré účinnosti oběžného kola.

Poslední dvě kapitoly recenzované knihy jsou věnovány vodním a větrným turbínám. V textu lze nalézt závislosti podobnostních čísel, jež umožňují nalézt konstrukční řešení turbíny, jež má maximální dosažitelnou hodnotu účinnosti. Jsou naznačeny postupy návrhu Peltonovy, Francisovy, Kaplanovy vodní turbíny. Větrné turbíny v posledních dvaceti letech doznaly vel-

kého uplatnění v souvislosti se snahou využívat obnovitelné zdroje energie. Proto poslední vydání této učebnice obsahuje zjednodušený popis teorie a návrhu tohoto lopatkového stroje. Ten se opírá o teorii osamoceného leteckého profilu, kde je korigován vliv počtu lopatek v oběžném kole. Jsou uvedena optimalizační kritéria návrhu s cílem získat vysokou hodnotu účinnosti.

Na konci každé kapitoly je uvedeno cca 10 až 20 příkladů se zadáním a výsledky řešení. Příklady slouží k procvičení presentované látky v jednotlivých kapitolách učebnice. V závěru knihy jsou v dodatcích uvedeny dva rozsáhlé příklady předběžného návrhu lopatkových systémů jednostupňové axiální turbíny a odstředivého kompresoru turbodmychadla o výkonu 960 kW. Řešení je provedeno číselně pro reálné zadání turbodmychadla, již vyráběného. Na těchto dvou příkladech je možné se podrobněji seznámit s metodikou návrhu turbostrojů.

Knihou slouží k výuce studentů a orientaci inženýrů v praxi, kteří turbostroje provozují. Pokud čtenář potřebuje podrobněji porozumět funkci stroje, je v přehledu literatury na konci každé kapitoly uveden dostatek referencí, jež pomůže čtenáři při dalším studiu. Je třeba ocenit, že učebnice obsahuje pouze základní vztahy, jež jsou nutné pro matematický popis funkce jednotlivých strojů. Nezatěžuje mysl čtenáře soustavami parciálních diferenciálních rovnic popisujících proudění v lopatkových systémech turbostrojů. Kniha je psána univerzitní technikou angličtinou, takže může sloužit i jako neocenitelná pomůcka při studiu cizího jazyka v doktorandském studiu. Může rovněž pomoci vědeckým pracovníkům při psaní odborných publikací jako zdroj anglické terminologie v daném oboru.

V závěru našeho příspěvku je možné doplnit, že v Čechách se na žádné vysoké škole strojněho zaměření nevyučuje teorie všech lopatkových strojů v jednom předmětu. Výjimkou byl předmět „Vnitřní aerodynamika lopatkových strojů“, přednášený v letech (2002-2006) na FS ČVUT v Praze. Posluchači konstrukčních směrů studují pouze vybrané stroje podle specializace.

Cena knihy je v přepočtu na naši měnu dosti vysoká, ale odpovídá kvalitě obsahu a provedení (vazba, kvalita tisku a papíru). Jedná se částku cca 1100 – 1200 Kč, podle momentálního měnového kurzu a způsobu zaslání objednateli.

**ASI - Asociace strojních inženýrů
a S-KLUB Strojní fakulty ČVUT**

Vážená kolegyně, vážený kolego,

stejným způsobem jako posledně Vás zveme na technické úterky v letním semestru 2010-2011, které zajišťují obě naše organizace společně.

Všechny přednášky jsou volně přístupné bez vložného a konají se

**vždy v první úterý v měsíci v 15 hodin
v kongresovém sále Strojní fakulty ČVUT.**

Podle tohoto rozvrhu:

1. 4.1.2011 Ing. Petr Pavlata Virtuální přístup k hodnocení vozidel.
2. 1.2.2011 Ing. Olga Ubrá, DrSc. Výzkum a vývoj bezzemisních technologií .
3. 1.3.2011 Ing. Roman Horňák, CSc. Logické řízení.
4. 5.4.2011 Doc. Ing. Daniel Hanus, CSc. Proudová pohonná jednotka pro ultra lehká letadla.
5. 3.5.2011 Ing. Jan Pořízek a Ing. Jiří Zápafka Větrání tunelu Blanka.
6. 7.6.2011 Prof. Ing. Antonín Pištěk, CSc. Výzkum a vývoj v akademických podmínkách – Nové projekty letadel na LÚ – VUT BRNO.

S pozdravem

Doc. Ing. Daniel Hanus, CSc., Eur. Ing.,
předseda výboru ASI

Doc. Ing. Jar. Volčík, CSc.
předseda S-klubu

Zkušební laboratoř dopravní fakulty Jana Pernera

Zkušební laboratoř AL DFJP – akreditovaná laboratoř č. 1472

Ing. Martin Kohout, Ph.D.

Univerzita Pardubice – Dopravní fakulta Jana Pernera

Zkušební laboratoř byla založena při Dopravní fakultě Jana Pernera Univerzity Pardubice v roce 2004 na základě rozhodnutí Akademického senátu Univerzity Pardubice. Laboratoř je akreditována Českým institutem pro akreditaci, o.p.s. k provádění příslušné zkušební činnosti v souladu s normou ČSN EN 17025:2005. V Organizačním řádu Univerzity Pardubice je Zkušební laboratoř AL DFJP vedena jako samostatný nezávislý orgán postavený na úroveň katedry. Pracovníci zkušební laboratoře jsou zároveň akademickými pracovníky Dopravní fakulty Jana Pernera. Zkušební laboratoř má prozatím 5 specializovaných pracovišť, která vykonávají akreditované zkoušky v rámci jejich specifického zaměření, kterými jsou:

ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKY MOSTŮ

Cílem zkoušky je prověření statické funkce libovolné mostní konstrukce zkušebním zatížením. Prověření je realizováno pomocí statické zatěžovací zkoušky definované normou ČSN 73 6209. Při statické zatěžovací zkoušce se měří délkové veličiny (průhyb, posuv, pootočení, poměrná přetvoření) a velikosti trhlin. Dále se během zkoušky zjišťují případné poruchy mostní konstrukce a klimatické podmínky (teplota konstrukce, teplota vzduchu, rychlost větru).

MĚŘENÍ JÍZDNÍCH OBRYSŮ KOL DVOJKOLÍ A PŘÍČNÝCH PROFILŮ HLAV KOLEJNIC ZA ÚČELEM STANOVENÍ KONTAKTNÍ GEOMETRIE DVOJKOLÍ-KOLEJ

Pro vedení kolejového vozidla kolejí, a tím i pro charakter a kvalitu jízdních vlastností, je určující pohyb samotného dvojkolí, které se po koleji valí svými jízdními plochami. Přitom vedením dvojkolí kolejí se rozumí takové kinematické a silové působení mezi dvojkolím a kolejí, při němž dvojkolí sleduje směr koleje bez jakéhokoliv aktivního zásahu.

Cílem zkoušky je měření jízdního obrysu kola dvojkolí, měření příčného profilu hlavy kolejnice a následný výpočet charakteristik kontaktní geometrie (funkce delta-r, funkce tangens gama, poloha dotykových bodů mezi kolem a kolejnicí) s cílem stanovení ekvivalentní konicity dvojkolí-kolej.



MĚŘENÍ ZRYCHLENÍ ZA ÚČELEM STANOVENÍ JÍZDNÍCH VLASTNOSTÍ KOLEJOVÝCH VOZIDEL

Cílem zkoušky je stanovení jízdních a vodicích vlastností kolejových vozidel na základě měření zrychlení na jeho jednotlivých částech. Zkoušky provedené podle této metodiky slouží k ověření účinků vozidla na trať a k ověření bezpečnosti jízdy vozidla a jízdních vlastností vozidla před schválením do sériové výroby nebo před schválením typu vozidla.

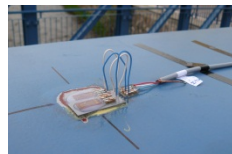


Technické vybavení zkušební laboratoře ZL AL DFJP umožňuje provádět a vyhodnocovat jízdní zkoušky vozidel zjednodušeným postupem měření, a to měřením zrychlení v souladu s aktuálně platnou vyhláškou UIC 518 a normou ČSN EN 14363.

Mimo rozsah akreditace pracoviště provádí rovněž měření zrychlení na ložiskových skříňkách dvojkolí za účelem zjišťování dynamické odezvy vozidla při průjezdu výhybkami dle vlastní metodiky.

TENZOMETRICKÁ MĚŘENÍ OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

Cílem zkoušky je stanovit deformaci, resp. mechanické napětí, v konkrétním místě libovolné ocelové konstrukce, která je zatížena vnějšími působícími silami. Tato deformace, resp. mechanické napětí, je stanovena na základě tenzometrického měření pomocí elektrických odporových tenzometrů.



MĚŘENÍ HLUKU V MIMOPRACOVNÍM PROSTŘEDÍ

Cílem měření prováděných podle této metodiky je získání informací o celkových hladinách hluku ve stavbách pro bydlení, dále ve stavbách občanského vybavení a ve venkovním prostoru. Účelem zkoušky je hodnocení vlivu hluku na zdraví obyvatelstva v souladu s Nařízením vlády č. 502/2000 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění pozdějších předpisů.

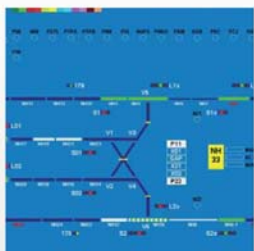
Mimo rozsah akreditace se pracoviště pro měření hluku a vibrací rovněž zabývá problematikou hluku kolejových vozidel a formou subdodávek zajišťuje vlastním technickým vybavením některá měření zákazníkům.



Reference

- Drážní inspekce České republiky
- Chládek a Tintěra, Pardubice a.s.
- MPS Mostní a pozemní stavby s.r.o.
- České dráhy, a.s.
- ŠKODA TRANSPORTATION a.s.
- ON-TRACK, s.r.o.
- SŽDC, s.o.
- ZKV s.r.o.
- DT Výhybkárna a strojírna, a.s.
- Výzkumný Ústav Železniční, a.s.

STARMON



K-2002 - elektronické staniční zabezpečovací zařízení třetí kategorie určené pro zabezpečení jízdy vlaků a posunujících dříů ve stanicích s počtem výhybkových jednotek do cca 50 ks. Zařízení je navrženo modulárně.

EFCP - elektronický fázově citlivý přijímač EFCP jako spolehlivá a bezpečná náhrada dvoufázových elektromechanických relé typu DSŠ12 (DSR12).



DISTA - měřící ústředna pro diagnostikování stavu zabezpečovacího zařízení a pro snadnější orientaci při zjišťování a odstranění poruch.

ZABEZPEČOVACÍ, DIAGNOSTICKÉ A INFORMAČNÍ SYSTÉMY