

Optimalizace trajektorie dotykových ploch ve výhybce

Klíčová slova: *kuželová jízda, střechovitost hrotu.*

1. Úvod

V dlouhé historii kolejové dopravy nebylo nikdy věnováno takové úsilí ujednocení pohledu na optimalizaci dotykových ploch mezi kolem a kolejnicemi ve výhybce, jako v současné době. S rozvojem regenerace srdcovek a jazyků navařováním se s touto problematikou začali potýkat i zhotovitelé těchto regenerací. Každá z firem uplatňovala svůj tvar návaru, případně vlastní trajektorii přechodu kola z křídlové kolejnice na hrot srdcovky a opačně a obdobně vlastní trajektorii přechodu kola z opornice na jazyk a opačně. Nebylo však možné posoudit, která z těchto tvarových trajektorií je správná nebo nejvhodnější. Protože se delší dobu zabýváme prováděním regenerací výhybkových součástí, chceme poukázat na aplikaci některých našich teoretických poznatků v praxi. Provedli jsme sadu měření srdcovek po regeneraci od různých firem. Zajímavé bylo, že každá tato trajektorie byla jiná, a ještě mnohem zajímavější bylo, že několik stejných typů srdcovek regenerovaných stejnou firmou se tvarem návaru od sebe výrazně lišilo a navíc se mnohdy ani nepodobalo deklarované trajektorii. České dráhy, ale i jiní odběratelé regeneračních prací v této době neměli možnost objektivně posoudit kvalitu předaných regeneračních prací a nebyli schopni posoudit, zda tvar návaru splňuje deklarovanou trajektorii. Delším pozorováním a měřením v letech 1992 – 1996 jsme zjistili, že mnohé vady se vyskytovaly právě v místech tvarových odlišností.

2. Optimalizace trajektorie dotykových ploch srdcovky

2.1 Vývoj trajektorie dotykových ploch srdcovky

Poznatky z uvedených měření a pozorování nás vedly k vývoji nové trajektorie na srdcovce výhybek a následně k vývoji zařízení, které by umožnilo zhotovitelům tuto trajektorii při regeneraci vytvořit. A co je neméně důležité, byl tím dán nástroj do rukou odběratelům, kteří mohou kontrolovat dodržení tvarové trajektorie a tím posoudit kvalitu provedených prací a její vliv na komfort jízdy kolejových vozidel.

Odběratelé byli do této doby odkázáni pouze na kontrolu pohledem a museli důvěřovat, že obdrželi kvalitní práci. Vývoj probíhal nejprve teoreticky simulací průjezdu jízdního obrysu dvojkolí po srdcovce na PC v grafickém programu AUTO-CAD. Pro větší přiblížení

Miroslav Hůlka, narozen 1952. Absolvent SPŠS Bratislava (1971). V současné době ředitel soukromé společnosti Renova CZ s.r.o., Ústí nad Orlicí.

realitě byl v roce 1996 pro simulaci použit středně ojetý jízdní obrys kola, získaný od pracovního kolektivu prof. Izera na Dopravní fakultě J. Pernera University Pardubice. Podmínkou simulace průjezdu kola bylo vyloučení jeho poklesu či zdvihu po celé dráze jízdy a dále zachování vodících sil dvojkolí v jízdním kanálu. Pro vyloučení poklesu nebo zdvižení kola pak simulace vymezila hodnoty nadvýšení křídlových kolejnic v postupném přechodu kola z křídlové kolejnice na hrot srdcovky a opačně. Zejména pak vymezila vzájemný vztah výšky a tvaru mezi křídlovou kolejnicí a hrotem, kde se ukázala potřeba snížení hrotu proti původnímu temenu kolejnice až do úplného přechodu kola a navíc jeho střechovité úpravy. Při použití některých materiálů (např. manganová ocel) pro výrobu nebo regeneraci srdcovek lze připustit korekci trajektorie z důvodu ztuhnutí materiálu provozem. Z našich zkušeností vyplývá, že se jedná o korekci v řádech několika desetin mm. Pro zachování vodících sil dvoukolí v jízdním kanálu byl uplatněn tzv. jednobodový dotyk kola s pojížděnou kolejnicí, čemuž je podřízen jak tvar nadvýšení křídlových kolejnic, tak již uvedený střechovitý tvar hrotu srdcovky (viz. obr.č.1). Bod dotyku je zde vždy situován do dostatečné vzdálenosti od hrany pojížděné plochy srdcovky. Styčný bod je pak při rozkladu sil v oceli pod úhlem 45° podporován z boku. Zatímco u plošného dotyku dojde k namáhání profilu kolejnice až do blízkosti hrany, kde se materiál začne vyvalovat, tvořit převalky a následně začnou vznikat trhliny, které při svém rozvoji často vedou až k lomu kolejnice (viz obr.č.2). Dále při plošném dotyku kola s kolejnicí dochází k tzv. „kuželové jízdě kola“ a tak jsou porušeny vodící síly v neprospěch činnosti přídržnice, a protože ta vybočení dvoukolí nedovolí, dojde k příčnému smyku kola na křídlové kolejnici (viz obr. č.3). Navíc u kuželové jízdy kola je zvětšená plocha dotyku a z toho plyne velké množství styčných kružnic na jízdním profilu kola. Tyto kružnice mají různý průměr $d_1, d_2, d_3, \dots, d_i$ (viz obr.č. 4) a při jedné otáčce kola se snaží odvalit vzdálenost náležející svému průměru. Valivě se uplatní pouze ta styčná kružnice, která má přibližně stejný průměr jako styčná kružnice na druhém kole pevného dvoukolí. Ostatní styčné kružnice prokluzují podle průměru vpřed a vzad a vytvářejí tak podélné smykové namáhání (viz obr. 4). Pak obě smyková namáhání, jak příčné tak podélné, mají nepříznivý vliv na opotřebení křídlových kolejnic. Předpoklad, že rozložení kolové tlakové síly na větší plochu přinese nižší namáhání křídlové kolejnice, je pravdivý, pokud kolo stojí, ale není vhodný pro pohybující se kolo. Naši předkové se v minulosti vývojem příčného profilu kolejnice hodně zabývali a výsledky ověřila léta pozorování. Příznivěji vychází kolejnice se zaoblenou hlavou pro jednobodový dotyk, což je dnes i jedním z důvodů, proč se hlavy kolejnic reprofilují broušením.

2.2 Vytvoření nové trajektorie při regeneraci navářením a její kontrola Šablona PŠR-1

Pro přenesení teoretických poznatků do praxe bylo třeba vyvinout potřebné zařízení. V první fázi bylo konstruováno zařízení pro snímání tvaru pomocí elektronických snímačů nebo laserů ve formě digitálního záznamu s využitím PC.

Tato metoda se ovšem ukázala jako nevhodná pro denní použití v provozovaných kolejích a v průběhu naváření. Metoda byla pomalá, náročná na obsluhu svářeči a zařízení bylo citlivé na povětrnostní podmínky. Jako další nevhodná metoda se ukázalo použití různých sad příčných šablon nerespektujících kontinuálně se měnící trajektorii srdcovky a ani zachycení její průhybové deformace. Proto jsme vyvinuli cenově dostupnou, konstrukčně nenáročnou a na obsluhu poměrně jednoduchou prostorovou šablonu PŠR 1.



Obr. PŠR-1

Prostorová šablona PŠR 1 je zařízení určené k rychlému a poměrně přesnému zjišťování stavu trajektorie srdcovky jak přímo v kolejišti, tak i mimo kolejiště. Pomocí této prostorové šablony lze provádět přejímku regenerovaných i nově vkládaných srdcovek.

Prostorová šablona PŠR 1 je zařízení založené na principu imitace průjezdu dvojkolí po koleji a s její pomocí lze zjistit tvarové a výškové nerovnosti, které zhoršují komfort jízdy a snižují životnost koleje.

Prostorová šablona PŠR 1 je vyrobena z moderních konstrukčních prvků, které umožňují její rychlé sestavení pomocí aretačních kliček, nebo šroubů s aretačními kolečky. Tím je zabezpečeno velmi snadné a rychlé přestavení šablony podle potřeby posuzování pravé nebo levé výhybky. Konstrukce zabezpečuje dostatečnou tuhost a tím i přesnost vedení vlastní kontrolní šablony.

Vlastní šablona je vyrobena z nerezového materiálu s velkou mechanickou odolností proti otěru a zabezpečuje zachování tvaru i při velmi častém používání, kdy bude docházet k aktivnímu dotyku s kolejnicí. Šablona je vyrobena s přesností jednoho mikronu a její tvar je schválen Divizí dopravní cesty Českých drah. Statisticky určený tvar šablony odpovídá středně opotřebenému jízdnímu obrysu kol železničních vozidel v podmínkách ČD. Jeho platnost byla znovu ověřována v roce 2000 a nedošlo ke změně.

Na šablonu PŠR 1 bylo orgánem ČD TÚDC vydáno Osvědčení o způsobilosti k vyhodnocení profilu pojezdových ploch srdcovky kolejové výhybky a jejich vzájemného prostorového uspořádání v provozu Českých drah pod evidenčním číslem 0001/98 dne 19.1.1998

Technická data:



Vyrábí a dodává: *RENOVA CZ s.r.o.*
Pod lesem 256
562 03 Ústí nad Orlicí
tel.: 0465 522128, tel.ČD: 958-81-44
Mobilní telefon: 0602 446523, 0602 145179

U firmy *RENOVA CZ s.r.o.* bylo zhotoveno s použitím PŠR 1 již více než 1000 ks srdcovek. Na základě pečlivého sledování lze šablonu příznivě hodnotit nejen z pohledu zhotovitele, ale i z pohledu odběratele. Jde především o tyto kladné stránky:

- velice rychlá orientace zjištění stavu, tedy velikosti a rozsahu návaru,
- snížení spotřeby návarového materiálu, a to až již následně odbrušovaného nebo nadměrně navařeného, a tím zkrácení doby potřebné pro navařování,
- velice rychlá orientace brusičů při konečné úpravě tvaru při regeneraci i brusičů při udržování srdcovky v následném provozu,
- odběratelé mají konečně k dispozici nástroj kontroly trajektorie,
- menší výskyt vad,
- snížené opotřebení celé konstrukce,
- prodloužená doba k broušení prvního převalku,
- vyšší komfort jízdy,
- snížení dynamických rázů a tím snížení přenosu negativních vlivů do spodku přes kolejové lože a důsledkem toho snížení výskytu poruch GPK,
- snadnější zaškolení nových svářečů a brusičů,
- jednoznačnější řešení reklamací.

Velmi příznivé hodnocení bylo zaznamenáno i u samotných posádek zhotovitelů regenerací, tedy u svářečů a brusičů, kteří, jak společně tvrdí, konečně věří své práci a případné reklamace lze objektivně vyhodnotit.

Na základě těchto známých skutečností bylo vydáno odborným orgánem ČD v dopisu č.j.:92/98-O13 a následně v dopisu pod č.j.: 998/98-O13 nařízení, podle kterého je možné regenerace srdcovek provádět pouze s trajektorií podle PŠR 1.

Tím se trend navařování srdcovek, pokud se týká tvaru regenerace, posunul od mnohačetných, těžce určitelných typů, méně či více vhodných a hlavně pro odběratele ztěžují kvalitativně posouditelných, k ujednocenému pohledu na regeneraci jako na standardní výrobek.

2.3 Uplatnění nové trajektorie při výrobě výhybkových srdcovek

V současné době došlo k významnému posunu ve sjednocení tvaru trajektorie jak u výroby výhybek, tak i u všech zhotovitelů regenerací. Zavedením nové generace obráběcích strojů pracujících v 3D soustavě u výrobců výhybek je dána možnost zhotovovat složité geometrické tvary trajektorií dotkových ploch srdcovek.

Přesto ještě není u výrobce a u některých zhotovitelů plně uplatňován příčný tvar pojížděných ploch, zajišťující tzv. jednobodový dotyk obrysu kola s kolejnicemi srdcovky.

3. Optimalizace trajektorie dotkových ploch výhybkových jazyků

3.1 Vývoj trajektorie dotkových ploch srdcovky výhybkových jazyků

Obdobně jako u srdcovky, byl optimalizován tvar dotkových ploch pro regenerované jazyky. U jazyků vyráběných do konce roku 1998 byla používána méně vhodná trajektorie. Opracování jazyka podle této trajektorie mělo za následek méně vhodné přejímání svislého zatížení od kola na hranu svého profilu, kde docházelo ke kontaktnímu přemáhání materiálu a vzniku převalků a vad (viz obr. č.5). Při regeneracích jazyků uplatňujeme zásadu, že při vytvoření nové trajektorie pojížděných ploch nedojde k přejímání svislého tlaku kola v přední části jazyku, dokud profil nemá dostatečnou šířku, aby byl schopen přenášet toto zatížení. Svislý tlak je do tohoto místa přenášen na opornici a jazyk zde přebírá pouze vodící síly od okolku kola (viz obr.č. 6). V místě, kde jazyk má dostatečnou šířku k přenosu i svislého zatížení, upravujeme jeho příčný profil tak, aby dotkový bod jízdního obrysu kola padl přibližně do středu tohoto příčného profilu (viz obr. č. 7). Důležité je vyvarovat se dotkových bodů na hranách profilu, neboť mají za následek vznik převalků a dalších následných vad.

3.2 Vytvoření nové trajektorie při regeneraci navážením a její kontrola Šablona PŠR-1

Pro přenesení teoretických poznatků do praxe může být použita obdobně jako u srdcovek prostorová šablona PŠR – 1, jejíž výměnné nástavce pro měření v srdcovkách jsou nahrazeny výměnnými nástavci pro měření v oblasti jazyků.

3.3 Uplatnění nové trajektorie při výrobě výhybkových jazyků

Výrobci dnes mají možnost využít obráběcích strojů pracujících v 3D soustavě a uplatnit tak na svých výrobcích tvary odpovídající danému jízdnímu obrysu kola.

Od počátku roku 1999 se již setkáváme s nově vloženými jazyky, které z převážné části odpovídají výše uvedeným konstrukčním zásadám. Lze poukázat pouze na neuplatňovaný jednobodový dotyk umístěný do středu profilu, neboť stopy od vozidel se v některých místech objevují na hranách profilu jazyka. Tuto skutečnost lze prokázat pomocí prostorové šablony PŠR-1 s nástavci pro měření jazyků ještě i před zahájením provozu.

Provedení jednobodového dotyku uplatněného ve středu jazykového profilu je problematické v místě přechodu z obrobené části do plného jazykového profilu. Na plném profilu je bod dotyku vlivem svislého situování kolejnic ve výhybce umístěn blíže ke hraně.

Tuto nevýhodu by odstranilo použití profilu s ukloněnou hlavou. Není vhodné řešit tento problém samostatně, ale odstranit ho výrobou výhybek s ukloněnými kolejnicemi nebo u výhybek reprofilovaných do úklonu broušením.

4. Údržba jako prostředek k prodloužení životnosti nově vložených nebo regenerovaných srdcovek a jazyků

Konstrukční zásady v předcházejících bodech nepřestávají platit ani za provozu, a proto by bylo vhodné upravovat geometrické tvary pojížděných ploch do vzájemných souvislostí přesto, že vlivem opotřebení nelze dodržet trajektorii zabezpečující pohyb kola bez jeho poklesu. Této složité problematice se v současnosti intenzivně věnujeme a předpokládáme, že v brzké době uveřejníme výsledky této práce.

V Ústí nad Orlicí, září 1999

Lektorovala: Ing. Jaroslava Třešňáková
ČD TÚDC Praha