



REŠERŠE DOSTUPNÝCH ZDROJŮ, ANALÝZA DOMÁCÍCH I ZAHRA NIČNÍCH VĚDECKÝCH PUBLIKACÍ, SOUHRN POZNATKŮ Z PŘEDCHOZÍCH PROJEKTŮ, ZPRACOVÁNÍ ZPRÁVY O SOUČASNÉM STAVU PROBLEMATIKY

Zpracovali: doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D., Ing. Jan Valehrach (Fakulta stavební VUT v Brně)

Souhrn

V dílčím cíli „Rešerše dostupných zdrojů, analýza domácích i zahraničních vědeckých publikací, souhrn poznatků z předchozích projektů, zpracování zprávy o současném stavu problematiky“ bylo v roce 2013 v jednotlivých tématech WP2 dosaženo různého stupně zpracování. V tomto technickém listu je stručně prezentován výsledek činnosti v dílčím tématu „Analýza rozvoje skluzových vln v obloucích malého poloměru, opatření a údržbové zásahy s ohledem na potlačení rozvoje“ jako součást tématu „Dražní svršek – zvyšování technologické úrovně s ohledem na odolnost a životnost konstrukce“, které je jedním z pěti řešených témat WP2.

Oblast použití

Využití nových poznatků z dílčího cíle bude zejména v následujících etapách řešení projektu, které na dosažené výstupy navazují.

Negativní působení periodických vad kolejnic – zejména vlnkovitosti a skluzových vln, ale i dalších vad kolejnic pociťují cestující nejčastěji jako mechanické vibrace a hluk. V případě hluku se nejedná pouze o cestující, ale zejména o osoby bydlící či se zdržující v blízkosti dráhy, které jsou těmto vlivům vystaveny dlouhodobě. Potlačení rozvoje vlnkovitosti a skluzových vln přispěje k řešení výše uvedených jevů.

Metodika a postup řešení

Vlnkovitost a skluzové vlny stejně jako ostatní vady kolejnic zvyšují dynamické účinky, což je provázáno nežádoucím hlukem a šířením vibrací, snižují komfort cestujících a zvyšují nároky na opravy a údržbu tratě a zkracují životnost konstrukcí. Proto je velice důležitá včasná a přesná diagnostika této vady, nalezení vhodných preventivních opatření a nejvhodnější způsob jejich odstranění.

Skluzové vlny jsou periodická vada vertikální mikrogeometrie pojižděné plochy kolejnice, která se vyskytuje v obloucích malého poloměru na vnitřním kolejnicovém pásu. Tato vada vede ke snížení životnosti kolejnic a zvýšení nákladů na údržbu tratí. Kromě toho tato vada pojižděné plochy kolejnice výrazně přispívá ke vzniku hluku při valení kola po kolejnici a jeho šíření a dále ke vzniku vibrací, které nepříznivě ovlivňují okolí dráhy.

Nejen z důvodu statistických, ale převážně z praktických důvodů (stanovení příčin apod.) je nutné vady kolejnic jednotně a jednoznačně zatřídit. K tomuto účelu pro železniční dráhy v majetku České republiky ve správě Správy železniční dopravní cesty, státní organizace (dále jen SŽDC) slouží předpis SŽDC (ČD) S 67 Vady a lomy kolejnic. Tento předpis vychází ze katalogu kolejnicových vad, uvedených v UIC Leaflet 712 Rail defects.

Krátké vlny jsou vlnovité nerovnosti na pojižděné ploše, jejichž vyvýšeniny mají rozteč mezi 8 a 30 cm. Jejich hloubka se pohybuje mezi 0,1 a 1,2 mm. Vyvýšeniny i prohlubně vypadají stejnoměrně světle. Vyskytují se hlavně na vnitřním kolejnicovém pásu směrových oblouků s poloměrem menším než 600, případně 700 m a pro známou příčinu vzniku se nazývají **skluzovými vlnami**. [2]

Typickým úsekem, ve kterém vznikají skluzové vlny, jsou směrové oblouky s velkým převýšením v blízkosti stanice, ve které většina vlaků zastavuje. Vada se zjišťuje pohledem, poslechem nebo speciálním měřícím zařízením.

Vlnky se vyznačují téměř pravidelnými, za sebou následujícími lesklými vlnovitými vyvýšeninami a tmavými vlnovými prohlubněmi na pojižděné ploše. Vzdálenost vyvýšenin je asi 3 až 8 cm, hloubka vlnek je 0,1 – 1,2 mm. **Vlnkovitost** je možné dále rozlišovat na:

- pásy vlnek, pruh pojížděné plochy ve vlnkových vyvýšeninách i prohlubních kovově lesklý;
- rozvolněné pásy vlnek, svazky jsou spojeny lesklým pruhem;
- jednotlivé podélné vlnky, kovově leklé část vyvýšenin vlnek je podlouhlá;
- jednotlivé příčné vlnky, kovově lesklá část vyvýšenin vlnek stojí na jednokolejných tratích kolmo k pojížděné hraně, na dvoukolejných tratích pod úhlem 105°;
- bodové vlnky;
- hákovité vlnky, kovově lesklá část vlnek tu má tvar háku s mnoha variacemi
- nepravidelné vlnky;
- dvojité vlnky, kovově lesklé plošky leží vedle sebe.

Vlnky se vyskytují hlavně v přímých úsecích koleje, ale vznikají i v obloucích o velkých poloměrech. V úsecích, kde se brzdí, lze nalézt typické lesklé vyvýšeniny vlnek. Vznikají nejen na tratích rychlé, smíšené nebo nákladní dopravy, ale i v kolejích tratí městské a příměstské dopravy (metra, rychlodráhy, tramvaje) [2].

Vznik vlnkovitosti není ještě zcela vyjasněn. Četné hypotézy o příčinách vycházejí z předpokladů vibrační rezonance a plastických rázů, z nichž vznikají kontaktní rezonanční vibrace. Výzkumné práce se snaží doplnit poznatky o možných příčinách a faktorech, které rozvoj vlnkovitost brzdí. Preventivní broušení rozvoj vlnkovitost brzdí.

Vlnkovitost a skluzové vlny jsou původcem mnoha negativních jevů působících na člověka, kolejová vozidla a jízdní dráhu. Vezmeme-li v úvahu negativní vlivy, které jsou v publikaci [2] uvedeny, jedná se především o:

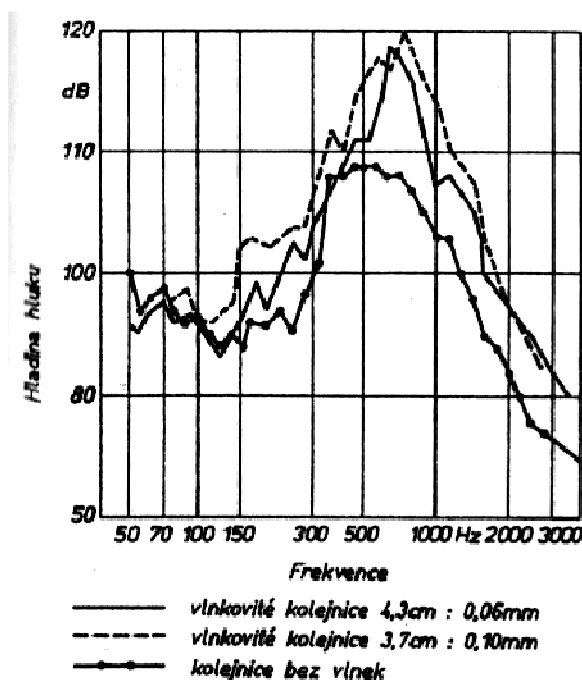
- svislá zrychlení vibrací;
- přídatné dynamické síly působící na součásti konstrukce koleje;
- vlivy působící na interakci mezi jízdní dráhou a vozidlem
- překračování únavové pevnosti kolejnic;
- vliv na výškovou polohu koleje;
- držečnost a opotřebení upevnění kolejnic;
- opotřebení žel. spodku a klenutých mostů;
- opotřebení kolejových vozidel;
- šíření vibrací a hluk na okolí a na cestující
- vliv na spotřebu energie.

Výsledky

V oddílu na konci osobního vozu byla naměřené v kmitočtovém pásmu 50 – 60 Hz hladina hluku 58 dB při pojížděné koleje bez vlnek a 66 dB na

vlnkovité koleji. Ve středním oddílu stoupla hladina hluku z 51 na 58 dB. [2,5]. Stejně jako vibrace, i hluk způsobený pohybem vozidel po kolejnicích s vadami se přenáší do okolí.

Na obrázku 1 lze zřetelně rozeznat zvýšení hladiny hluku u vlnkovitých kolejnic oproti kolejnicím bez vlnek, při $V = 90$ km/h ve frekvenčním pásmu mezi 500 a 1000 Hz činí asi 12 dB. Podle Birmanna [6] mohou krátké vlny způsobit při každém zvýšení rychlosti o 10 km/h zvýšení hladiny hluku asi o 2 dB. Pro obyvatele bydlící u tratí zejména pouličních drah v hustě obydlených městských čtvrtích jsou vhodné kroky, jako je např. broušení vlnkovitých kolejnic, opatřením vedoucím k snížení hlukové zátěže.



Obr. 1 Hladina hluku v závislosti na frekvenci při pojíždění kolejnic bez a s vlnkami [3]

Literatura

- [1] Předpis ČD S67 *Vady a lomy kolejnic*
- [2] Funke, H.: *Broušení kolejnic*. ELKA PRESS, Praha 1992, 112 str.
- [3] BIRMANN, F.: *Schienenriffeln, ihre Erforschung und Verhütung*. Díl I a II VDI 411 (1958) Nr. 26, S. 1253-1262
- [4] SŽDC SR103/4(S) *Využívání měřicích vozů pro železniční svršek s kontinuálním měřením tratě pod zatížením*. Schváleno generálním ředitelem SŽDC dne: 07. 07. 2010, č.j.: S 31722/10-OTH. Účinnost od 1. 8. 2010
- [5] *Monatsschrift der Internationalen Eisenbahn Kongress-Vereinigung*, April 1962. Bericht von der 18. Tagung in München 1962, Antworten der SNCF, anlagen 40 und 41
- [6] PLÁŠEK O., ZVĚŘINA P., SVOBODA R., MOCKOVČIAK M. *Železniční stavby. Železniční spodek a svršek*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. 291 s. ISBN 80-214-2621-7.