

NOVÉ TRENDY V UPEVNĚNÍ KOLEJNIC

Nicole Wiethoff
Vossloh Fastening Systems GmbH, Werdohl, Německo

1. ÚVOD

Současné moderní železniční tratě kladou vysoké požadavky na systémy upevnění kolejnic. Mezi tyto požadavky patří zejména vysoká spolehlivost při nízkých nárocích na údržbu, vysoká držebnost a velký odpor kolejnice proti podélnému posunutí a tím vysoký stupeň bezpečnosti, snižování rázů a vibrací a jednoduchá montáž systému upevnění.

Tyto požadavky splňuje například upevnění kolejnic pro pevnou jízdní dráhu Systém 300 včetně odvozených variant, které se používá po dobu více než 20 let a v současné době leží na více než 4.000 km kolejí vysokorychlostních tratí, městských drah a tratí s vysokým provozním zatížením a samozřejmě standardní upevnění na betonových pražcích v klasické koleji se šterkovým kolejovým ložem Systém W včetně odvozených variant, které je používáno po dobu více než 45 let a leží na více než 86.000 km kolejí.

2. SOUČASNÉ TRENDY NA ŽELEZNIČNÍCH TRATÍCH

Provozovatelé kolejové dopravy vyžadují od železničních tratí ve stále větší míře především vyšší využitelnost, nižší nároky na údržbu, možnost zvyšování traťových (a cestovních) rychlostí, zvyšování jízdního komfortu a v neposlední řadě další snižování emisí hluku a šíření vibrací.

Konstrukce koleje včetně systému upevnění musí být schopna na tyto požadavky reagovat. V konstrukci upevnění kolejnic pro klasickou kolej ve šterkovém loži se ukazuje jako efektivní cesta **zvýšení zpružnění uložení kolejnice**. Tím lze docílit lepší ochrany součástí železničního svršku a konstrukčních vrstev železničního spodku před účinky projíždějících vozidel a naopak snížení negativních účinků na vozidla. Zpružněním se docílí snížení negativních účinků rázů a vibrací a tím se sníží síly působící na úložnou plochu pro kolejnici. Nezanedbatelný příznivý vliv má zvýšení pružnosti uložení kolejnic na rychlost vývoje skluzových vln na spodním kolejnicovém pase v kolejích s malými poloměry oblouků – tato skutečnost je již všeobecně akceptována.

Další trend je **zvyšování ekonomické efektivity** použitých systémů upevnění kolejnic, například bezpodkladnicové upevnění ve výhybkách a modifikované systémy upevnění kolejnic pro pevnou jízdní dráhu.

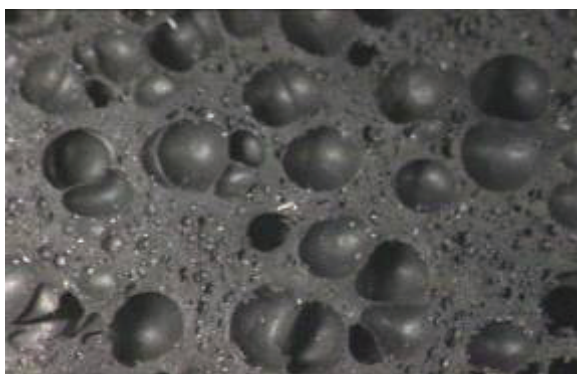
Důležitým trendem v systémech upevnění kolejnic je skutečnost, že **upevnění musí reagovat i na extrémní podmínky** a zajišťovat správnou funkci koleje v těchto nepříznivých podmínkách. Jako příklad extrémních podmínek lze uvést například koleje s vysokými hmotnostmi na nápravu, koleje s velmi nepříznivými směrovými poměry a koleje v extrémním přírodním prostředí.

3. ŘEŠENÍ ZVÝŠENÍ PRUŽNOSTI UZLU BEZPODKLADNICOVÉHO UPEVNĚNÍ NA BETONOVÝCH PRAŽCÍCH

V upevnění kolejnic typu Systém W (W14, W21, W30 apod.) nelze zvýšit svislou pružnost koleje pouze použitím pružnější podložky pod patu kolejnice. Problém zvýšení pružnosti uložení kolejnice je třeba řešit komplexně volbou **vhodného materiálu a vhodného konstrukčního uspořádání** jednotlivých dílů uzlu upevnění. Cílem je nejen zvýšení pružnosti uložení kolejnice, ale i omezení nepříznivého vyklápění kolejnice a docílení požadované životnosti celého uzlu upevnění.

Základním problémem při vývoji je volba vhodného materiálu a tvaru pružné podložky pod patu kolejnice. Výsledkem dlouhého vývoje a mnoha zkoušek je návrh pružné podložky pod patu kolejnice s vyztuženými okraji vyráběné z materiálu na bázi mikropórovitého EPDM.

Pružné podložky pod patu kolejnice z tohoto materiálu mají následující výhody – velmi malý poměr mezi dynamickou a statickou sečnou tuhostí („stiffening factor“), vysoký stupeň útlumu dynamického zatížení, dlouhou životnost, stálou tuhost ve velkém teplotním rozsahu a dobrou odolnost vůči ropným látkám a vodě.

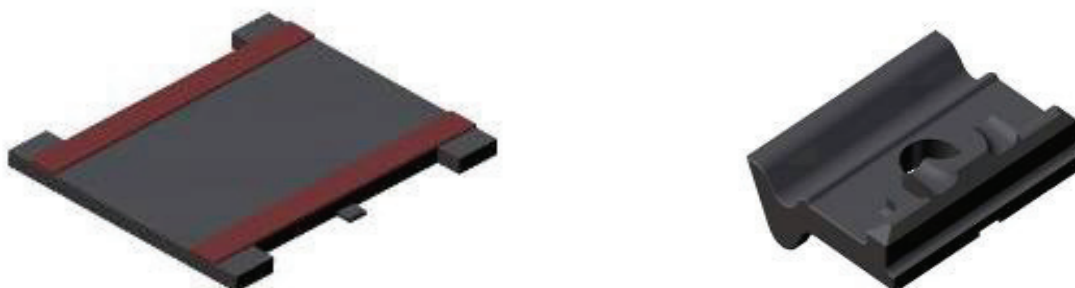


Obr. 1 Povrch pružné podložky pod patu kolejnice z mikropórovitého EPDM (zvětšeno)

Při zvyšování pružnosti uložení kolejnice v uzlu upevnění je třeba vzít v úvahu i možné negativní důsledky – především vyklápění kolejnice, vliv na životnost pružných podložek pod patu kolejnice (především opotřebení v obloucích malých poloměrů a při úzké patě kolejnice) a vliv na ohybová namáhání kolejnice.

Pro zamezení nadměrného vyklápění kolejnice a přílišného namáhání pružné podložky byly vyvinuty úhlové vodící vložky s vodící lištou na spodní ploše zasahující v montážní poloze pod patu kolejnice (princip „NT“, používaný například v upevnění W14 NT a W21 NT). Při nadměrném vyklopení či poklesu kolejnice její pata dolehne na uvedenou lištu a dále nadměrně nestlačuje pružnou podložku (samozřejmě se snižuje i opotřebení vlastní úhlové vodící vložky otěrem patou kolejnice).

Zvýšené pružnosti podložky pod patu kolejnice musí odpovídat i vysoký únavový limit pružné svěrky (schopnost pracovních ramen svěrky kmitat s velkou amplitudou bez ohrožení životnosti svěrky)



Obr. 2 Pružná podložka s vyztuženými okraji a úhlová vodící vložka s úpravou NT

Typ upevnění Systém W	Typ svěrky	Únavový limit	Podložka pod patu kolejnice	Statická sečná tuhost
Systém W 3	Skl 1	1,4 mm	EVA	Tuhá (>500 kN/mm)
Systém W 14	Skl 14	2.0 mm	Pružná (např. WU 7)	>50 kN/mm
Systém W 30	Skl 30	2,2 mm	Pružná	>50 kN/mm
Systém W 21	Skl 21	2,5 mm	Vysoce pružná (např. Zw 1000 HS 35)	>30 kN/mm

Tab. 1 Vývoj únavového limitu a statické sečné tuhosti podložek pod patu kolejnice u různých typů upevnění Systém W

4. ŘEŠENÍ ZVÝŠENÍ EKONOMICKÉ EFEKTIVNOSTI UPEVNĚNÍ

a) upevnění kolejnic ve výhybkách - obecný trend v řadě zemí směřuje k používání systému upevnění kolejnic ve výhybkách založeném na stejném principu, jako je upevnění v navazujících kolejích (samozřejmě s modifikací v oblasti výměnové části výhybky). Tento trend je zřejmý například v případě, že je v běžné koleji používán systém bezpodkladnicového upevnění na betonových pražcích typu W (W14, W21, W30 atd.), zejména na standardních tratích v Evropě, ale prosazuje se dokonce i na tratích s vysokou hmotností na nápravu v zámoří. Příkladem může být upevnění kolejnic Systém W21T. Vzhledem ke tvaru výhybkových betonových pražců je základním problémem zajištění přenosu příčných sil do pražců pomocí upraveného tvaru úhlové vodící vložky (širší úhlová vodící vložka, opírající se o žlábk ve výhybkovém pražci).



Obr. 3 Bezpodkladnicové upevnění na výhybkovém pražci

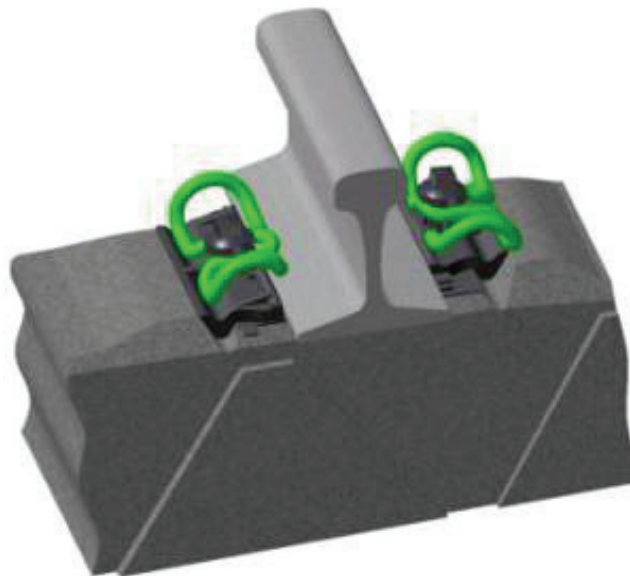
b) upevnění kolejnic pro pevnou jízdní dráhu – standardní typ upevnění pro pevnou jízdní dráhu se zabetonovanými pražci či prefabrikovanými deskami Systém 300 se používá v řadě zemí Evropy, Číně, Jižní Koreji, Taiwanu a dalších zemích. Na základě požadavků investorů byly vyvinuty ekonomicky efektivní varianty například Systém 304 pro „light rails“.

5. ŘEŠENÍ SYSTÉMŮ UPEVNĚNÍ KOLEJNIC URČENÝCH DO EXTRÉMNÍCH PODMÍNEK

a) Koleje s vysokými hmotnostmi na nápravu – jedná se o koleje s hmotností na nápravu vyšší než 35 tun. Tyto koleje se vyskytují na tratích ve standardní železniční síti (například v USA, Austrálii), ale též na speciálních důlních tratích na celém světě (hmotnost na nápravu například až 42 tun).

Pro návrh a zkoušení systémů upevnění pro tyto extrémně vysoké hmotnosti na nápravu neexistují všeobecně platné normy. Podle platných norem (EN, AREMA a australských norem) je možné zkoušet systémy upevnění do hmotnosti na nápravu 30 t (35 t).

Systémy upevnění kolejnic pro tyto podmínky musejí být navrženy tak, aby zajišťovaly vysokou svěrnou sílu pružných svěrek (masivní pružné svěrky se specifickým tvarováním pružných ramen vyráběné z výchozího materiálu většího průměr, například Skl 30). Použité materiály a součásti musí chránit úložnou plochu betonových pražců před otěrem (například antiabrazivní podložky AP), zajišťovat optimální roznos působících sil a zajišťovat celkové snížení opotřebení součástí.



Obr. 4 Upevnění kolejnic W30 HH/W30 HH AP (USA)

b) Koleje s nepříznivými směrovými poměry – jedná se o koleje s malými poloměry (například méně než 200 m) v kombinaci s vysokým provozním zatížením, případně vysokými hmotnostmi na nápravu. Extrémním případem mohou být některé tratě v USA, kde k uvedeným podmínkám ještě přistupují nepříznivé sklonové poměry, které vedou k nutnosti intenzivního používání písku pro zajištění funkčnosti

brzd u velmi dlouhých a těžkých nákladních vlaků. Na uzel upevnění jsou kladeny vysoké nároky z hlediska velkých příčných a svislých pohybů kolejnice kombinovaných s nepříznivým působením písku – výsledkem je velké opotřebení součástí upevnění.

Pro tyto extrémní podmínky byl vyvinut systém upevnění se svěrkou s vysokým únavovým limitem (únavový limit ve svislém směru $>2,8$ mm, v příčném směru $\pm 1,0$ mm) a vysokou svěrnou silou až do 14 kN což ve výsledku znamená vysokou odolnost celého uzlu upevnění vůči svislým a příčným pohybům kolejnice. Díky použití antiabrazivní podložky a široké úhlové vodící vložce je výrazně omezeno opotřebení součástí upevnění a betonových pražců v kolejích s oblouky o malém poloměru. Tomu napomáhá i úprava úhlové vodící vložky a podložky pod patu kolejnice zabraňující nadměrnému vyklápění kolejnice vlivem velkých příčných sil.



Obr. 5 Systém upevnění s masivní pružnou svěrkou, speciální rozšířenou úhlovou vodící vložkou a antiabrazivní podložkou na pražci

c) Koleje v extrémním prostředí – jedná se o koleje na tratích v mimořádně nepříznivých přírodních podmínkách. Příkladem mohou být tratě v pouštních oblastech, kde navíc ke standardnímu zatížení koleje projíždějícími vozidly přistupuje nepříznivé působení jemného písku. Těmto podmínkám je třeba přizpůsobit jednotlivé součásti uzlu upevnění a pro zkoušení uzlů upevnění zpracovat metodiku a vyvinout zkušební zařízení.

Například zkoušku opakovaným zatěžováním podle EN 13481-2 je třeba modifikovat tak, že uzel upevnění podrobovaný dynamické zkoušce je při zkoušce pokryt pískem a zároveň zahříván na teplotu $+50^{\circ}\text{C}$. Součástí řady zkoušek jsou i zkoušky montáže součástí znečištěných pískem (například zkouška zatáčení vrtulí do hmoždinek apod.) včetně zkoušky montáže ve větrném tunelu.

Původní obavy o možnosti použití systémů upevnění se systémem vrtule/hmoždinka v těchto extrémních podmínkách (například v Saudské Arábii) se podařilo těmito zkouškami zcela vyvrátit.



Obr. 6 Zkouška montáže uzlu upevnění znečištěného pískem

Lektoroval: Ing. Jan Čihák, SZDC, Praha

LITERATURA:

- [1] Firemní materiály Vossloh Fastening Systems GmbH
- [2] Zprávy z laboratorních zkoušek VFS, TU Mnichov