

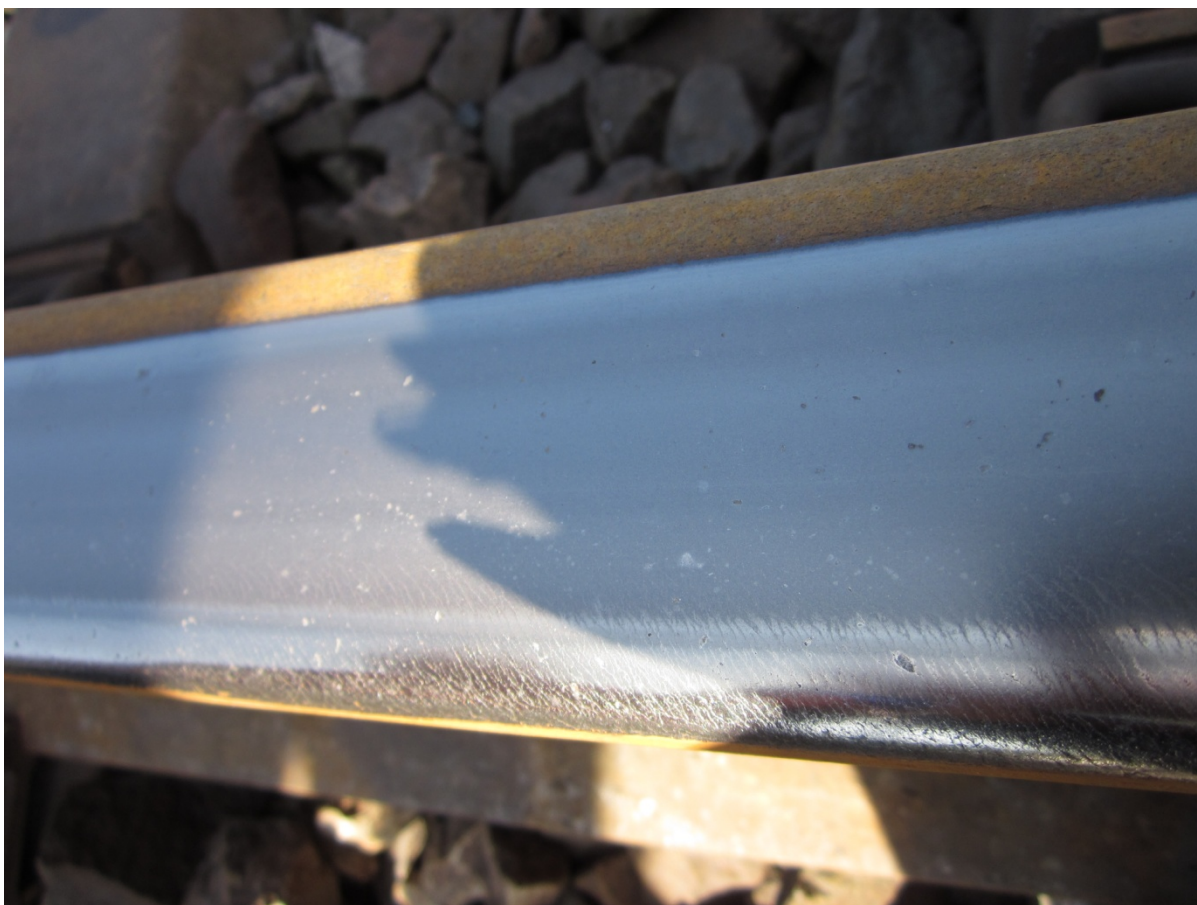
VYSOKORYCHLOSTNÍ BROUŠENÍ: ÚDRŽBA KOLEJNIC 2.0

Johannes Bremsteller
Vossloh Rail Services GmbH, Sevetal, SRN

1. ÚVOD

Spolu s rozvojem nových kategorií vad kolejnic rostou i výzvy pro údržbu kolejnic. Vysokorychlostní broušení je konkureschopná preventivní technologie vyvinutá společností Vossloh Rail Services. Touto technologií lze odstranit zkřehlý materiál a trhlinky na povrchu kolejnic šetrným způsobem. Nejnovější výsledky ukazují, že vysokorychlostní broušení má akustické důsledky, které přispívají ke snížení hluku emitovaného železniční dopravou.

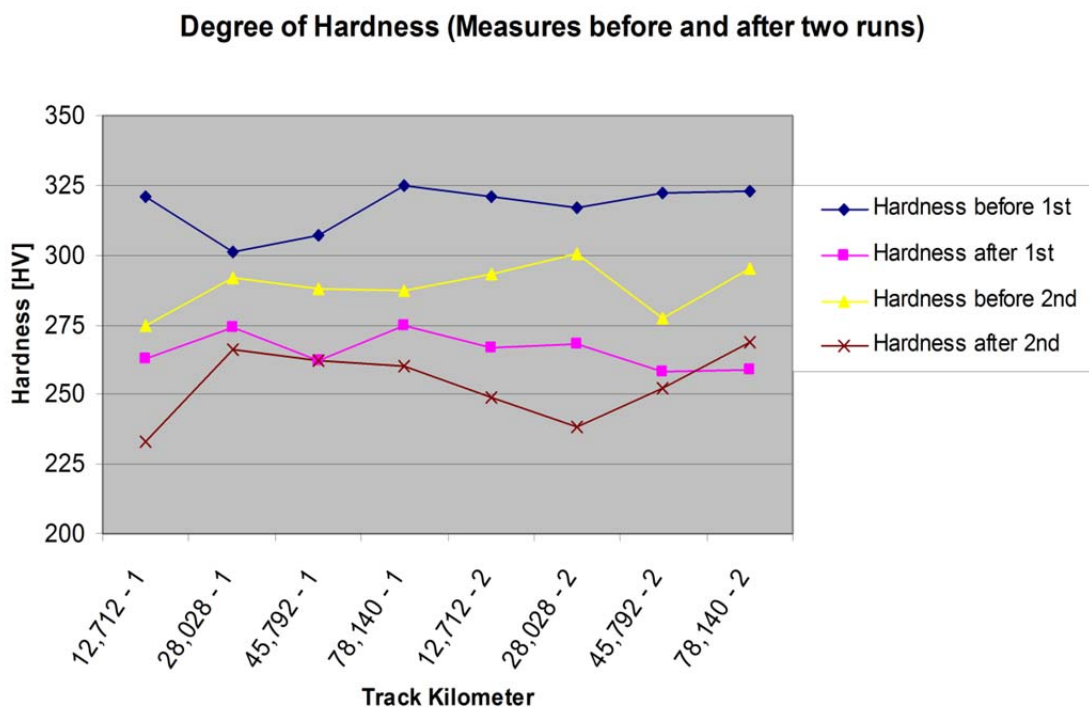
Vyšší rychlosti a hustší doprava urychlily vývoj únavových vad kolejnic. Ještě před deseti lety se údržba zaměřovala především na pojížděnou hranu hlavy kolejnice. Naproti tomu nyní roste výskyt vlnkovitosti a trhlin v důsledku kontaktní únavy („head checking“ – viz obr. 1). Zatímco vlnkovitost a skluzové vlny jsou zdrojem emisí hluku, head checking může významně snížit životnost kolejnic a vést ke značnému zvýšení nákladů na údržbové práce.



Obr. 1: Head checking

2. PREVENTIVNÍ BROUŠENÍ

Trakční síly hnacích kol vyvozují velký smykový efekt na povrchu kolejnice ve směru opačném ke směru jízdy. Důsledkem je skutečnost, že mikrostruktura kovu tvrdne a křehne. Ve srovnání se základním materiálem má povrch kolejnic až o 20% vyšší tvrdost (viz obr. 2). S tím, jak se zatížení dále akumulují, malé trhlinky rostou a rozvíjejí se pod úhlem asi 30° do hlavy kolejnice. Vzhledem k tomu, že se to děje pod povrchem kolejnice, rozsah poškození je zjistitelný pouze pomocí zkoušky vířivými proudy. Je skutečností, že trhliny se vyvíjejí tím rychleji, čím hlouběji se rozšiřují do profilu kolejnice. Bez zásahu v pravý čas to může vést k vylovení značných částí oceli z hlavy kolejnice („shelling“). Takovýto rozvoj trhlin může být rozdělen do tří fází. V první fázi zvané „neviditelný rozvoj trhlin“ pozorujeme vytvrzení povrchu kolejnice a následnou tvorbu zárodků trhlin, které se ve druhé fázi rozšiřují jako šikmé trhliny pod povrch hlavy kolejnice. Ve většině případů se místně objevují malá hnízda trhlin, které se poté rozvíjejí po délce kolejnice a tvoří „koberec trhlin“. Ve třetí fázi („obrat dolů“) se trhliny rozvíjejí do hloubky, která přesahuje měřicí rozsah měření vířivými proudy, tudíž nemohou být nadále touto metodou sledovány. Také se mění směr rozvoje trhlin - otáčí se svisle do hlavy kolejnice. V tomto okamžiku již nelze trhliny odstranit ani pomocí radikálního frézování povrchu do značné hloubky. V tomto případě je výrazné nebezpečí lomu kolejnice. Kolejnice se musí vyměnit, což zvyšuje náklady na údržbu.



Obr. 2: Rozdíl tvrdostí

Na druhé straně si inženýři odpovědní za infrastrukturu uvědomili, že kolejnice vydrží déle a jejich „life-cycle costs“ se sníží, pokud se použijí techniky preventivní údržby. Samozřejmě existují velmi rozdílné interpretace pojmu „preventivní“. V širším smyslu cokoliv, co snižuje potřebu výměny kolejnic, může být nazváno „preventivní“.

Pravidelné běžné broušení, které odebírá materiál hloubky asi 0,5 mm je efektivní strategií, pokud jsou pro tyto práce k dispozici periodické výluky. Avšak díky

rostoucí hustotě dopravy je to čím dál méně častý příklad. Mnohem logičtější interpretací pojmu „preventivní údržba“ je tudíž předcházení vzniku trhlin od samého počátku. Vzhledem k tomu, že pozdější fáze trhlin rostou mnohem rychleji než povrchové vytvrzování v rané fázi, jakákoliv preventivní opatření by měla být realizována především v první fázi. Odstranění pouze 0,1 mm materiálu („umělé opotřebením“) předchází vzniku trhlin na povrchu hlavy kolejnice. Na druhou stranu to vyžaduje mnohem častější přebroušení, které je obvykle v rozporu s potřebou vysoké propustnosti tratí.

3. “JEMNÁ“ ÚDRŽBA

Společnost Vossloh Rail Services (VRS) vyvinula unikátní preventivní technologii vysokorychlostního broušení kolejnic (high-speed grinding = HSG). Jediný prodejní argument (unique selling point = USP) této metody je rychlost broušení 80 km/h, která umožňuje její použití bez výluk koleje. Dokonce i v podmínkách vysokorychlostní dopravy lze použít metodu HSG ve vlakových pauzách s minimální přípravou. Pro hlavu kolejnice představuje metoda HSG mnohem „jemnější“ zacházení. Konvenční broušící/frézovací stroje pracují s menší frekvencí a tudíž odebírají více materiálu. Jako v případě dentální hygieny je vhodnější pravidelné čištění než méně časté vrtání zubů. V případě metody HSG nejsou broušící kameny poháněny motory, ale jsou taženy a odvalují se po kolejnici. Úhel vyosení kamenů má za výsledek relativní pohyb příčně k hlavě kolejnice. Výsledkem je, že hlava kolejnice je broušena od poježděné hrany po celé poježděné ploše. Díky mohutné trakční síle současných lokomotiv může velké množství sériově zapojených broušících kamenů vyvinout obrovský broušící účinek. Při HSG metodě se odstraňuje asi 30 cm³ za sekundu na jedné kolejnici – až čtyřikrát více než množství dosahované při konvenčních metodách. Broušící kameny neodstraňují pouze křehkou vrstvu na povrchu, ale vzhledem k jejich podélně uložené linii dotyku odstraňují také první známky vlnkovitosti a skluzových vln. Tímto „hladícím“ účinkem kombinovaným se šikmo orientovaným broušícím dezénem metoda HSG také snižuje emise hluku ze železniční dopravy. Intenzita broušení je řízena množstvím faktorů – rychlostí broušení, broušícím tlakem a množstvím broušících kamenů. Odstranění vrstvy 0,1 mm materiálu je možné při třech průjezdech. Jednou z podmínek efektivity této metody je hlavně nepoškozený profil kolejnice s rozměry v mezích definovaných tolerancí.

4. HSG-2 BROUSÍCÍ VLAK

Společnost VRS provozuje od roku 2007 první vysokorychlostní broušící vlak, navržený k provádění skutečně preventivní údržbové práce. Nyní byla uvedena na trh druhá generace HSG-2. Účelem je zvýšení produktivity práce. Na obrázku 3 je znázorněn design soupravy. Vozidlo vlevo (broušící vůz) obsahuje 4 broušící podvozky a systém shromažďování prachu, vozidlo vpravo (podpurný vůz) obsahuje sklad nových broušících kamenů, systém dodávky energie a nádrže obsahující různé kapaliny. HSG-2 je navržen tak, že není třeba odstranit úrovňové přejezdy a elektronická zařízení (počítače náprav atd.) před broušením. Výhybky mohou být projížďeny bez nutnosti snížení rychlosti broušícího vlaku, avšak nejsou broušeny. Systém kontroly procesu broušení zaznamenává tlak broušících kamenů na kolejnici a zaznamenává s přesností na metry délku broušených kolejnic. Broušící agregáty mají čtyřnásobné revolverové zásobníky, které umožňují výměnu opotřebených

kamenů za jízdy a tudíž broušení kolejí v délce až 50 km při jedné jízdě. Nové brousící kameny jsou měněny v železničních stanicích na kterémkoliv konci tratě, která má být broušena – v místě, kde brousící vlak mění směr jízdy. Speciálně navržený rychlý systém uvolnění kamenů zkracuje čas výměny na pouhé minuty. HSG-2 může navíc vést až 15 tun brousících kamenů ve skladové části podpůrného vozu. Doprava brousících kamenů mezi skladem a brousícími podvozky v brousícím voze se může uskutečnit při jízdě vlaku prostřednictvím kryté chodby mezi vozy. To umožňuje přípravu příští výměny kamenů v průběhu broušení.



Obr. 3: Vysokorychlostní brousící vlak HSG-2

5. AKTIVNÍ REPROFILOVÁNÍ

Jednotlivé části hlavy kolejnice jsou broušené jednotlivými brousícími podvozky, které mohou být individuálně průběžně nastavovány mezi pojížděnou hranou kolejnice a její vnější stranou. Tato nová možnost přináší mnoho přínosů: v první fázi konfigurace bude uspořádání čtyř brousících podvozků fixováno v průběhu jízdy,

s výjimkou přizpůsobení se specifickým podmínkám dané koleje. To umožňuje nastavit zaměření broušení buď na pojížděnou hranu kolejnice (proti head checking) nebo na pojížděnou plochu hlavy kolejnice (proti vlnkovitosti).

Další fáze uspořádání je spojena s „aktivním reprofilováním“. To by měla charakterizovat možnost regulace broušení v průběhu jízdy. Brousící kameny jsou průběžně přenastavovány pomocí ovladačů a automaticky uzpůsobovány aktuálnímu stavu kolejnic. Nezbytné informace jsou poskytovány systémem senzorů monitorujících stav hlavy kolejnice při jízdě. Tímto způsobem může preventivní broušení potlačovat postupné zhoršování profilu kolejnice.

6. AUTOMATICKÝ SBĚR PRACHU

Při broušení úseku koleje o délce 30 km je odstraněno v průběhu tří jízd asi 2.000 kg oceli. Tento materiál je spolu se zrnny korundu z brousících kamenů pečlivě sbírán v průběhu jízdy vlaku. Na jedné straně se jedná o prevenci před poškozováním prostředí horkými částicemi oceli a před vznikem požáru například suché vegetace kolem trati. Taktéž se jedná o prevenci proti tomu, aby prach a hrudky prachu nebyly vířeny vysokorychlostní dopravou a nedocházelo k poškozování lokomotiv nebo jiných vozidel. Dvoustupňová odsávací jednotka na palubě vlaku shromažďuje prach v průběhu broušení, filtruje a ukládá jej pro pozdější odvoz nákladními auty. Systém cirkulace vzduchu při sběru prachu brousícího vlaku HSG-2 byl optimalizován pro dosažení efektivnosti ve výši 90%. Kontejner na prach má kapacitu 6 tun, odstranění prachu je široce automatizováno. Aby bylo zabráněno úniku ocelového prachu do ovzduší, je prach bezpečně pneumaticky veden potrubím do standardního kontejneru. Modulární systém HSG-2 může být rychle adaptován podle specifických požadavků zákazníka. Například vývojová základna umožňuje dvojitou verzi stroje se dvěma brousícími vozy v kombinaci s podpurným vozem (viz obrázek 4). Podpurný vůz se skladem brousících kamenů a jednotkou dodávky energie je umístěn mezi přední a zadní brousící vůz pro zajištění nejlepší možné logistiky. Dvojitý brousící vlak má výhodu v dvojnásobném zvýšení produktivity a nižších nákladech na metr broušené kolejnice díky zanedbatelnému zvýšení nákladů na pohon, provozní personál, přípravu broušení a nutného zázemí.



Obr. 4: Stroj HSG-2 se dvěma brousícími vozy

7. REFERENCE A VÝHLED

Smlouva mezi společností Vossloh Rail Services a Deutsche Bahn má objem více než 7.000 km délky broušených kolejí. Zahrnuje nejpobulárnější vysokorychlostní tratě Norimberk – Ingolstadt, Kolín – Frankfurt a Berlín – Hanover, ale též vysoce zatížené tratě jako je trať Hamburg – Hanover s ročním provozním zatížením kolem 100 milionů tun (MGT). Brousící vlak HSG je též provozován ve Švýcarsku, Dánsku a Švédsku. Milníkem je rok 2013, kdy HSG zahájil údržbové práce na čínské nejpobulárnější vysokorychlostní trati z Pekingu do Šanghaje.

8. VYSOKORYCHLOSTÍ BROUŠENÍ TAKÉ SNIŽUJE HLUK

HSG snižuje či eliminuje existující vlnkovitost a skluzové vlny na kolejnicích. Vzhledem k tomu, že emise hluku ze železniční dopravy závisí ve velké míře na vlnkovitosti povrchu kolejnic, HSG má též akustický účinek a snižuje výrazně úroveň hluku. Akustický účinek HSG byl zkoumán v rámci projektu vysokorychlostního broušení kolejnic v rámci inovačního projektu KonPro II financovaného Německým Federálním Ministerstvem Dopravy, Stavebnictví a Městského Rozvoje. Zpráva oddělení DB Systemtechnik ohledně zkoušení HSG z hlediska akustických vlastností ukazuje, že HSG přispívá k průběžnému snížení hluku a představuje účinnou alternativu k dosud schválenému broušení kolejnic, podléhajícímu speciálnímu monitorování (BüG). Vysokorychlostní broušení prokazatelně splňuje požadavky EN ISO 3095.

LITERATURA:

Firemní literatura Vossloh Rail Services, GmbH

Lektoroval: Ing. Martin Táborský, SZDC, Praha