

PORUCHY NÁPRAV V DŮSLEDKU NEKVALITNÍHO NALISOVANÉHO SPOJE KOLA NA NÁPRAVĚ

AXLE FAILURES DUE TO POORLY PRESSED JOINT OF WHEEL ON AXLE

Bohumil CULEK¹, Eva SCHMIDOVÁ², Bohumil CULEK ml.³

Abstrakt

V příspěvku jsou popsány neblahé důsledky špatně provedeného lisovaného spoje kolo-náprava, které vedou ke vzniku trhlin v oblasti sedla nápravy a v ojedinělých případech pak i k totálnímu lomu náprav se všemi těžkými následky. V praktickém provádění lisovaného spoje se v souladu s normativními předpisy kolo lisuje „za studena“ na nápravu lisovací silou, která je v průběhu lisování zaznamenávána a je vlastně jediným kontrolním parametrem vzniklého lisovaného spoje. Tento parametr je ale z hlediska kvality nalisovaného spoje naprosto nedostačující, respektive nemá dostatečnou vypovídací úroveň o pevnosti nalisovaného spoje. Příspěvek obsahuje popis důslednějšího způsobu kontroly provedeného lisovaného spoje, který by zaručil, že do provozu by se dostala pouze dvojkolí s kvalitně nalisovanými koly na nápravu.

Klíčová slova

nápravy kolejových vozidel, lisovaný spoj, lomy náprav

Abstract

The paper describes the unfortunate consequences of a poorly made press wheel-axle joint, which lead to cracks in the area of the axle seat and, in rare cases, to total fracture of the axles with all the severe consequences. In the practical implementation of a press connection, in accordance with normative regulations, the wheel is pressed "cold" on the axle by the pressing force, which is recorded during the pressing and is actually the only control parameter of the resulting press connection. However, this parameter is completely insufficient from the point of view of the quality of the pressed joint, or it does not have a sufficient telling level about the strength of the pressed joint. The paper contains a description of a more consistent way of checking the made press connection, which would guarantee that only wheelsets with high-quality pressed wheels on the axle would get into operation.

Keywords

axles of rolling stock, pressed joint, fractures of axles

¹ **prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.**, University of Pardubice, Faculty of Transport Engineering. Katedra dopravních prostředků a diagnostiky, Studentská 95, 532 10 Pardubice. Tel.: +420 466 038 167, e-mail: bohumil.culek@upce.cz

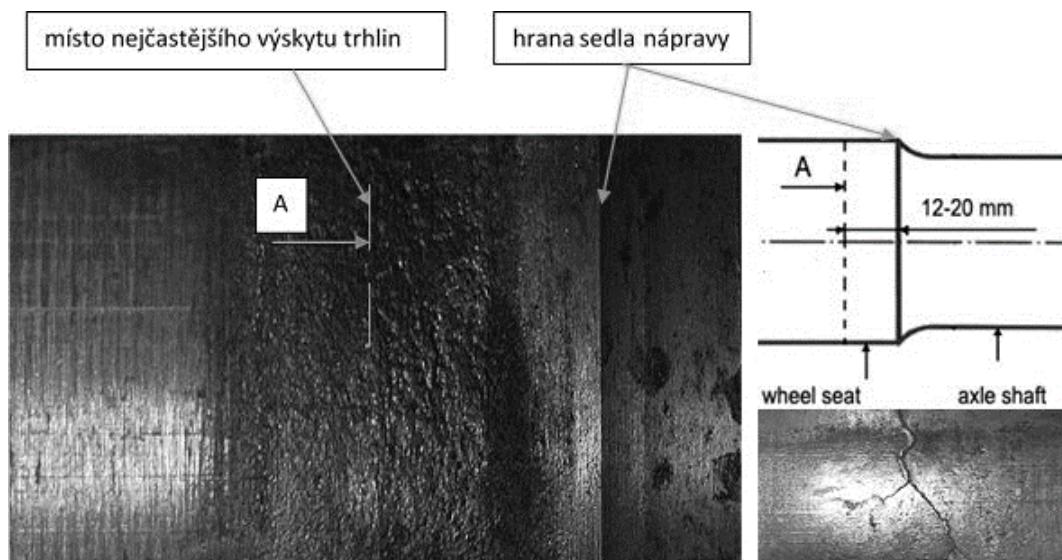
² **prof. Ing. Eva Schmidová, Ph.D.**, University of Pardubice, Faculty of Transport Engineering. Výzkumné a výzkumné centrum v dopravě, Doubravice 41, 533 53 Pardubice. Tel.: +420 466 038 507, e-mail: eva.schmidova@upce.cz

³ **doc. Ing. Bohumil Culek, Ph.D.**, University of Pardubice, Faculty of Transport Engineering. Katedra dopravního stavitelství, Studentská 95, 532 10 Pardubice. Tel.: +420 466 038 514, e-mail: culek@upce.cz

1 ÚVOD

V současné době se neprovádí žádná kontrola kvality provedeného lisovaného spoje kolo–náprava ani při prvním nalisování, natož při opakovaném slisování a znovu nalisování kola na nápravu. Vychází se pouze z předpokladu pevnostním výpočtem potvrzeného přesahu průměru sedla nápravy oproti vnitřnímu průměru náboje železničního kola. V praktickém provádění lisovaného spoje se v souladu s normativními předpisy kolo lisuje „za studena“ na nápravu lisovací silou, která je v průběhu lisování zaznamenávána a je vlastně jediným kontrolním parametrem vzniklého lisovaného spoje. Tento parametr je ale z hlediska kvality nalisovaného spoje nedostačující, respektive nemá dostatečnou vypovídací úroveň, neboť lisovací síla je vždy ovlivněna součinitelem tření ploch, které tvoří lisovaný spoj. Toto tření je jednak při každém lisování samo o sobě jiné vlivem stavu lisovaných ploch, například jejich drsností či vlhkostí, a také je cíleně ovlivnitelné lidským zásahem, např. zdrsňením nebo odmaštěním lisovacích ploch. Výsledkem takto prováděných lisovaných spojů, zejména u opakovaných případů lisovaných spojů, je nedostatečná pevnost lisovaného spoje. Tato nedostatečná pevnost, která se projevuje zejména v krajních částech lisovaného spoje, dosahuje pak v provozu takového rozsahu, že v těchto místech vzniká tzv. šterbinová koroze, která je v součinnosti s namáháním nápravy ohybem za rotace příčinou vzniku únavových trhlin nápravy – viz obr. 1, což ve svém důsledku může vést až k celistvému lomu nápravy, a tím k fatálním důsledkům takovéto provozní situace.

Přitom je možné, s ohledem k současným možnostem měřicí techniky a bezdemontážním principům kontroly konstrukcí dopravních prostředků i infrastruktury, provádět kontrolu nalisovaného spoje kola na nápravě i několika dalšími způsoby. Jeden z takových způsobů je dále popsán.



Obr. 1 Lokalizace trhlin sedla nápravy

2 METODIKA KONTROLY NALISOVANÉHO SPOJE KOLO-NÁPRAVA

Podstata dále uvedeného způsobu kontroly nalisovaného spoje kolo–náprava spočívá v tom, že po nalisování kola se na povrchu přední a vnitřní části náboje kola pomocí vyhodnocení údajů zbytkového magnetického pole, zachycujícího historii lisování, změří hodnota tangenciálního mechanického napětí materiálu, vzniklého v náboji kola působením svěrného radiálního tlaku v důsledku nalisování. Hodnoty napětí se následně porovnají s výpočtově a experimentálně stanoveným etalonem doporučených hodnot napětí, odpovídajících nejmenšímu možnému

normovému přesahu průměru sedla nápravy oproti vnitřnímu průměru náboje kola. Pokud mechanické napětí nedosáhne v daném místě stanovenou limitní hodnotu, je lisovaný spoj označen za nevyhovující a dvojkolí by nemělo být připuštěno k užívání do provozu.

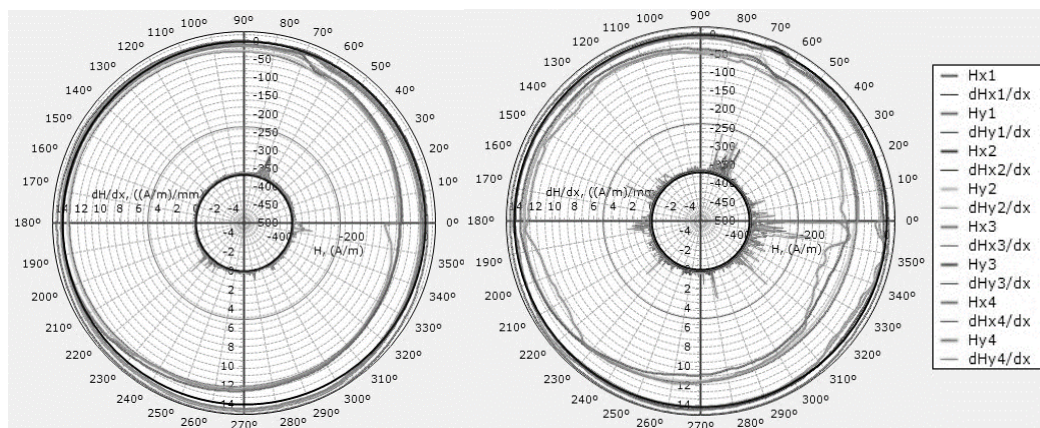
Měření mechanického napětí lze realizovat pomocí pohyblivé sondy nakalibrované scanovací jednotky MPM (Magnetická paměť materiálu) po obvodu vnitřní i vnější části náboje kola. Kalibrace spočívá ve stanovení závislosti měřené intenzity magnetického pole ve formě zbytkové magnetizace na povrchu materiálu na mechanickém napětí. Příklad skenovací jednotky MPM (může se jednat např. o přístroj TSC-7M-16) – viz obr. 2. Příklady výsledků měření – viz obr. 3, 4. Uvedeným způsobem lze dosáhnout vysokého efektu v tom, že u nalisovaného spoje se nedestruktivně ověří svěrný (radiální) tlak mezi kolem a nápravou a pokud hodnota měřeného mechanického napětí nedosáhne výpočtové hodnoty odpovídající lisovanému spoji na dolní hranici tolerance přesahu průměrů: sedlo nápravy-náboj kola, je takový lisovaný spoj nevyhovující. Hlavním přínosem řešení je umožnění provádění poměrně jednoduché kontroly lisovaného spoje, které zajistí, že se do provozu dostanou pouze dvojkolí, u kterých je eliminován vliv špatného nalisování na okrajích nalisovaného spoje, tj. tam, kde se v provozu vyskytují trhliny v sedlech náprav.



Obr. 2 MPM jednotka TSC-7M-16 [1]



Obr. 3 On-line sledování výsledků měření [1]



Obr. 4 Off-line vyhodnocený magnetogram intenzity magnetického pole v osmi hladinách vnitřního čela náboje kola před a po nalisování [2]

3 OVĚŘENÍ METODIKY

Metodika byla experimentálně ověřována na pracovišti „kolovky“ DPOV, a.s. Nymburk a na pracovišti „kolovky“ CZ LOKO, a.s. Podstatou ověřování bylo měření intenzity magnetického pole vnější i vnitřní části náboje kola před a po nalisování – viz obr. 5 u několika případů nalisování kol na nápravy. Současně bylo ve dvou případech provedeno tenzometrické měření mechanického napětí náboje kola, které sloužilo k porovnání hodnot měřené intenzity magnetického pole vs. mechanického napětí. Zároveň byl k dispozici porovnávací teoretický výpočet mechanického napětí náboje kola nalisovaného spoje.



Obr. 5 Měření intenzity magnetického pole náboje kola před nalisováním (a po nalisování) [1]

4 ZÁVĚR

Poruchy náprav v důsledku nekvalitního nalisovaného spoje kolo-náprava jsou velkým bezpečnostním provozním rizikem. Metodika MPM ke kontrole lisovaného spoje kolo-náprava je jednou z možností, jak ke snížení tohoto rizika přispět. Přitom uplatnění metodiky není nereálné s ohledem na současné možnosti a nekonzervativní trendy v oblasti diagnostiky železničních vozidel.

Řešení bylo podporováno projektem TAČR-EPSILON č.TH02010542 „Eliminace provozních poruch náprav kolejových vozidel“.



Literatura

- [1] CULEK, B., SCHMIDOVÁ, E., SVOBODA, V., SOUKUP, J., VÝBORNÝ, M. *Metodika ověřování kvality lisovaného spoje kolo-náprava*. Certifikovaná metodika č.j.173/2019-710-VV/1. 2019.
- [2] SVOBODA, V., ŠIMEČEK, J., KUBA, A. *Protokol o měření MPM na železničním kole a nápravě*. Protokol č. 02-5-1253/20-MPM. 2020.
- [3] UNIVERZITA PARDUBICE a VÚKV A.S. *Způsob kontroly kvality provedeného lisovaného spoje, zejména u dvojkolí železniční kolo-náprava*. Původci: CULEK, B., SCHMIDOVÁ, E., MALKOVSKÝ, Z., KMOCH, J., CULEK ml., B. Česká republika. Patentový spis CZ 308184 B6. 02. 01. 2020.
- [4] DUBOV, A. *Metrological aspects in the Metal Magnetic Memory method*. Praha: 3rd International Conference on Diagnostics of Structures and Components Using Metal Magnetic Memory Method, 22.–23.05.2019.