

SCIENTIFIC PAPERS
OF THE UNIVERSITY OF PARDUBICE
Series B
The Jan Perner Transport Faculty
7 (2001)

**VLIV KOVOKERAMICKÉHO BRZDOVÉHO ŠPALÍKU NA MIKROGRAFII
POVRCHU JÍZDNÍ PLOCHY ŽELEZNIČNÍHO KOLA**

Radek SEDLÁČEK

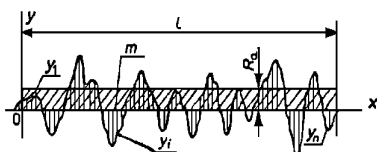
České dráhy, s.o., Divize obchodní provozní, o.z., Odbor kolejových vozidel

1. Úvod

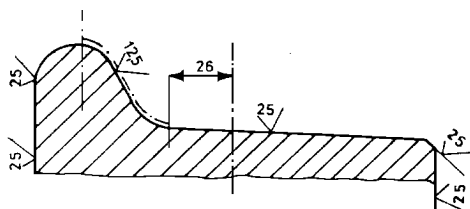
Zkušební provoz s brzdovými špalíky z kovokeramických těcích materiálů potvrzuje řadu předností oproti litině. Jedná se zejména o ekologickou nezávadnost, až desetinásobně vyšší životnost ve srovnání s litinou (u posunovacích lokomotiv až dvacetinásobně) a málo proměnlivý brzdící účinek v širokém pásmu rychlostí včetně oblasti nízkých rychlostí při zastavování. Střední hodnota součinitele tření je málo proměnlivá s klesající rychlostí a pohybuje se okolo cca 0,35. Tyto kladné vlastnosti již byly zmíněny v přehledu používaných kovokeramických těcích hmot. Nicméně výsledky rozšířeného zkušebního provozu jsou často rozporné s výstupy laboratorních zkoušek a zkoušek na zkušebních stavech a některé negativní vlastnosti jsou překážkou pro použití špalíků ve větší míře. K nim patří tepelné namáhání materiálu kola, tvorba vměstků a vytrhávání materiálu z povrchu jízdní plochy kola. Jednou z oblastí, která nejvíce ovlivňuje provozní vlastnosti vozidel osazenými brzdovými špalíky z kovokeramických těcích materiálů, je problematika kvality jízdní plochy kol, zejména silné vyhlazení, a zhoršení adhezních vlastností.

2. Pøedepsaný stav drsnosti povrchu jízdní plochy

Ke zhodnocení drsnosti povrchu slouží charakteristiky drsnosti, které jsou definovány v rozsahu základní délky $l = 0,08; 0,25; 0,80; 2,5$ nebo 8 mm. Pøednostní se pro drsnost povrchu pøedepisuje výšková charakteristika daná støední aritmetickou úchytkou profilu R_a [μm].



Obr. 1 Mìøení drsnosti povrchu
Fig. 1 Surface-roughness measuring



Obr. 2 Pøedepsaná drsnost jízdního obrysu
Fig. 2 Specified riding contour roughness

Pro nový nebo reprofilovaný jízdní obrys kola je drsnost pøedepsána interními pøedpisy ÈD v hodnotách $25 \mu\text{m}$ pro jízdní plochu a $12,5 \mu\text{m}$ pro pøechod do okolku a okolek. Jemné soustružení jízdní plochy železnièního kola snižuje pravdì podobnost únavového porušení. Mez únavy se všeobecnì snižuje s nepravidelností povrchu a množstvím mikrovrubù. Hrubší povrch je proto ménì výhodný, nebo má více narušenou povrchovou vrstvu než po jemném soustružení. Proto je nutné, aby nuž pø soustružení správnì odebíral a æzal materiál obruèe a nevznikala vì tší drsnost vytrháním materiálu.

3. Teoretický rozbor

Zmì na drsnosti povrchu jízdní plochy kola má nì kolik pøèin, které lze v zásadì rozdi lit do dvou skupin:

1) odvalování kola po kolejnici. Pø odvalování kola po kolejnici dochází ke vzájemné zmì nì parametrù povrchù kontaktních ploch kola i kolejnice. V provozu hnacích kolejových vozidel lze valení kola po kolejnici sledovat ve tæch režimech:

- pøpad odvalování bez použití tažné nebo brzdné síly na obvodu kol hnacích dvojkolí,
- pøpad, kdy je na obvodu kol hnacích dvojkolí vyvozována tažná síla a vozidlo zrychluje nebo udržuje konstantní rychlost. Kolo pøenáší v místì dotyku s kolejnici teènou sílu vázanou na skluzovou rychlost. Protože se však kolo nevalí ideálnì v rovinì kolejnice, vzniká zde nejen podélný, ale i pøèný skluz a výsledná skluzová síla má jiný smì r než osa kolejnice (tzv.úhel nábi hu á). U železnièního kola dochází i k vrtivému pohybu podél svislé osy, tzv.spinu, který vyvolává ještì doplòkový spinový skluz,
- pøpad, kdy je na obvodu brzdì ných kol vozidla vyvozována brzdná síla a vozidlo snižuje rychlost. Realizace brzdné síly mezi kolem a kolejnici se v koneèném dùsledku di je adhezním zpùsobem a mechanismus adheze platný pro jízdu za použití tažné síly lze aplikovat i na oblast brzdì ní.

2) tæcí dvojice kolo – brzdový ťpalík. Z provozu vozidel vyplývá, že tento zpûsob otí ru má vysoký vliv na zmi nu drsnosti povrchu jízdní plochy kola.

Drsnost kontaktních ploch ťpalíku a kola lze chápat jako neuspořádaná uskupení výstupkû a prohlubní různých tvarû a tyto nerovnosti pak vytvářejí reliéf povrchu. V okamžiku pãtlaku brzdového ťpalíku na obvod kola u jedoucího vozidla dochází z hlediska drsnosti povrchu k následujícím jevûm:

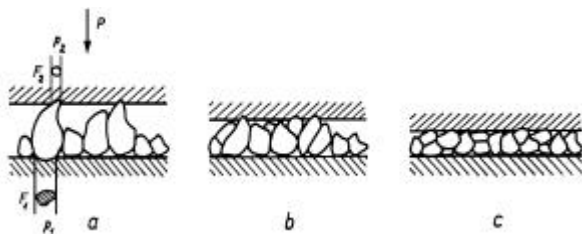
1) brzdový ťpalík dosednul na jízdní plochu kola a reliéfy povrchû jsou pãtlaèovány k sobì . Výèní lky a výstupky jsou deformovány (otlaèovány) tlakem vyvozeným pãtlaèovou silou P_1 ,

2) vzhledem k pohybu vozidla dochází po dosednutí ťpalíku na jízdní plochu kola k situaci, kdy výstupky a výèní lky obou ploch na sebe narážejí a nastávají vzájemné deformace a destrukce povrchû:

- namáhání a deformace výstupkû ohybem,
- namáhání a deformace výstupkû smykem,
- destrukce povrchû strháváním výstupkû,
- destrukce povrchû drcením stržených výstupkû a jejich rozpad na jemný prach.

Doprovodným jevem této fáze bývá chvì ní a akustický projev v podobì pískání.

Vzhledem k nerovnomìrnému opotæbení tæcích protiploch pracuje zpravidla jen èást tæcí plochy, nebo • různá místa povrchu jsou k sobì pãtlaèována různì velkou pãtlaèovou silou. V jednotlivých èasových okamžicích jsou oblasti skuteèného dotyku tæcích ploch náhodnì rozloženy po celé obrysové ploše. Skuteèná dotyková plocha je ve srovnání s obrysou plochy velmi malá jak potvrzují výzkumy Bowdena. V bodech dotyku dochází k plastickým nebo jen pružným deformacím výèní lkû, což záleží na jejich výšce.



Obr. 3 Rozpad abrazivních èástic

Fig. 3 Break up abrasive element

V okamžiku pãtlaèení brzdového ťpalíku se jednotlivé výstupky povrchu do sebe zaklesávají, vytrhávají a zadírají. Stržené výstupky jsou drceny na jemné èástice, které spolu s různými neèistotami z provozu (prach, produkty opotæbení kolejnic) působí jako abrazivní èástice a vyvolávají abrazivní opotæbení. Ve styku kola s brzdovým ťpalíkem Diafrik K 4 dochází k vzájemnému relativnímu pohybu kola vůèi ťpalíku a k vzájemným pohybûm (posuvu, odvalování i rotaci) jednotlivých èástic. Oblast dotyku lze schématicky znázornit pæs

abrazivní částice. Se zviřtšováním síly P se částice do jisté míry zamáknou do povrchu kola, popřipadi do pórů materiálu Diafrik K4 a pã pãkonání jejich pevnosti se rozpadnou na ni kolik menřích částic, které pãbírají zatížení od pãtlaènè síly P . Po postupném rozpadu vi třích částic pãnáří zatížení od vni řší síly celá řada mikročástic. Na základì uvedené úvahy lze pãdpokládat, že částice s nejvi třimi rozmì ry, které nejvíce vyènívají z povrchu a pokud nedojde k jejich rozdrčení, způsobují nejvi tři pořkození ve formì mikrorýh se řířkou cca 10 – 20% průmì ru částic. Pokud je abrazivní částice částèènì zamáknuta do povrchu jízdní plochy kola a do materiálu Diafrik K 4, platí vztah:

$$P_1 = F_1 \cdot p_1 = F_2 \cdot p_2, \quad (1)$$

kde:

P_1 pãtlaèná síla na brzdový řpalík Diafrik K 4,
 F_1 průmì r plochy vtisku do materiálu kola,
 p_1 tvrdost materiálu kola,
 F_2 průmì r plochy vtisku do materiálu Diafrik K4,
 p_2 tvrdost materiálu Diafrik K 4.

Pokud je $p_1 \neq p_2$, což je pãpad vyřetøované tãcí dvojice, pak je i $F_1 \neq F_2$.

4. Mìøení drsnosti povrchu jízdní plochy kol

Pro ovìøení poèáteènìho pãdpokladu, že materiál kovokeramického brzdového řpalíku DIAFRIKT K 4 vyhlazuje jízdní plochu kola více než litina, bylo provedeno porovnávací mìøení drsnosti povrchu jízdní plochy na vybraných hnacích vozidlech ÈD. Pro úèely kontrolního mìøení bylo nutno vybrat dvì hnací vozidla, která by spløovala následující požadavky:

- obì vozidla budou stejné řady,
- jedno vozidlo bude osazeno brzdovými řpalíky DIAFRIKT K4 a jedno litinovými brzdovými řpalíky,
- obì vozidla budou v dobrém technickém stavu,
- pro zabezpeèení srovnatelných provozních podmínek musí být obì vozidla zaøazena ve společném obì hu (shodný poèet ujetých kilometrù, vozba shodné nebo podobní velké záti že, shodný režim brždì ní, shodné traøové a srovnatelné klimatické pomì ry),
- pro zabezpeèení srovnatelných výchozích podmínek pro porovnávací mìøení drsnosti musí mít obì vozidla řadovì shodnou poèáteènì drsnost povrchu jízdní plochy kol. V praxi to znamená, že obì hnací vozidla musí mít jízdní plochu po reprofilaci na soustruhu.

Podmínkou vlastního mìøení drsnosti bylo splni ní následujících postupù:

- mìøení drsnosti se bude provádì t v DKV po pãstavení hnacího vozidla na periodickou údržbu,

- měření se provede po shodném kilometrickém proběhu obou sledovaných vozidel,
- měření bude provedeno na obou hnacích vozidlech stejnou metodikou.

Pro účely porovnávacích měření drsnosti povrchu jízdní plochy kol byla vybrána dvě hnací vozidla řady 111 DKV Česká Třebová splňující výše uvedené požadavky. Jednalo se o vozidlo 111 019 – 6 osazené brzdovými špalíky DIAFRIKT K4 a 111 032 – 9 osazené litinovými brzdovými špalíky. Vozidla nejsou vybavena elektrodynamickou brzdou. Obě lokomotivy byly zařazeny do oběhu na osobních vlacích, staničním posunu a nákladních vlacích na trati Ústí nad Orlicí – Letohrad. Vozidla tedy jezdila na reprezentativním vzorku výkonů ve dvou různých režimech brždění (P a G). Hodnoty drsnosti byly naměřeny na jízdních plochách kol vozidel po ujetí cca 26 000 km.

5. Metodika měření

Metodika porovnávacího měření drsnosti povrchu jízdní plochy byla následující:

- měření bylo provedeno na podúrovňovém soustruhu typu Hegenscheidt 102 vDKV Česká Třebová, který umožňuje pootočení kol o libovolný úhel,
- před měřením byla zaznamenána teplota okolního vzduchu a relativní vlhkost,
- měřené místo bylo náležitě osvětleno přenosnými výbojkovými svítilny,
- před měřením bylo měřené místo důkladně očištěno technickým benzínem a následně hexanem,
- vlastní měření provedl pracovník ŽOS, a.s. Česká Třebová přístrojem na měření drsnosti povrchu Surftest – 301, série 178, japonské firmy Mitutoyo s diamantovým měřícím hrotem o poloměru vrcholu 5 μm a měřící silou 4 mN,
- měření bylo provedeno u všech kol hnacího vozidla,
- na jízdní ploše každého kola bylo vybráno 8 měřených míst rovnoměrně rozložených po celém obvodu kola, drsnost byla v místech měření postupně ve směru hodinových ručiček a na obruči vyznačena,
- v každém měřeném místě bylo provedeno měření vobvodovém i axiálním směru. Dráhy měřícího hrotu přístroje se tak v jednom měřeném místě protínaly do kříže, vzorkovací délka l byla nastavena na hodnotu 2,5 mm,
- při měření byla současně sledována kvalita povrchu jízdní plochy kola.

6. Zpracování naměřených veličin

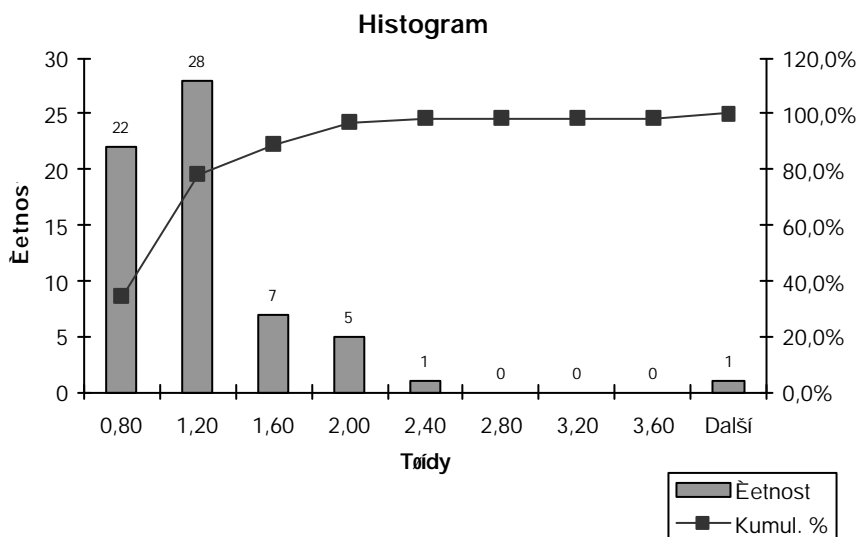
Při dodržení metodiky měření bylo zjištěno celkem 64 hodnot drsnosti v axiálním a 64 hodnot drsnosti vobvodovém směru povrchu jízdní plochy kol. Všechny naměřené veličiny včetně klimatických podmínek při měření, kilometrické proběhy vozidel a další doplňující údaje jsou uvedeny v protokolech v příloze. Zpracování souborů bylo provedeno pomocí funkce analýzy dat a popisné statistiky Microsoft Excel 2000 s grafickým výstupem v podobě

histogramu četností. S ohledem na minimální a maximální naměřené hodnoty drsnosti v μm byla data rozdělena do m tříd stejné délky h .

Tab. 1 Statistické ukazatele naměřených hodnot, lokomotiva 111 019 – 6, obvodový směr

Tab. 1 Statistic index of the measured values, electric locomotive 111 019 – 6, longitudinal direction

Ukazatel	Označení	Jedn.	Hodnota
Střední hodnota	\bar{x}	$[\mu\text{m}]$	1,02
Medián	$x_{0,5}$	$[\mu\text{m}]$	0,94
Smírodatná odchylka	s	$[\mu\text{m}]$	0,49
Rozptyl výběru	$\hat{\sigma}^2$	$[\mu\text{m}^2]$	0,25
Rozdíl max – min	$x_{\max} - x_{\min}$	$[\mu\text{m}]$	3,19
Minimum	x_{\min}	$[\mu\text{m}]$	0,49
Maximum	x_{\max}	$[\mu\text{m}]$	3,68
Počet tříd	m		8
Délka tříd	h		0,4
Hranice tříd			0,80; 1,20; 1,60; 2,00; 2,40; 2,80; 3,20; 3,60



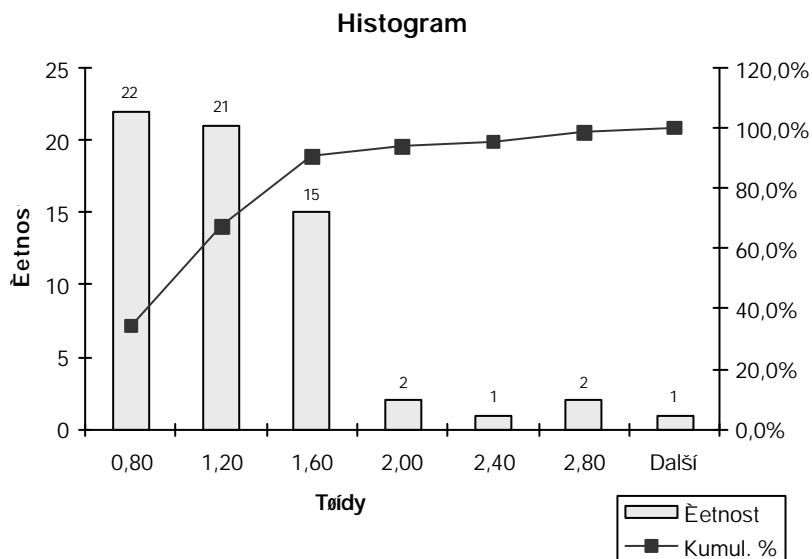
Obr. 4 Histogram četností naměřených hodnot drsnosti povrchu jízdní plochy kol, lokomotiva 111 019 – 6, obvodový směr

Fig. 4 Frequency histogram of the measured values of the rail wheel surface roughness, electric locomotive 111 019 – 6, longitudinal direction

Tab. 2 Statistické ukazatele naměřených hodnot, lokomotiva 111 019 – 6, axiální směr

Tab. 2 Statistic index of the measured values, electric locomotive 111 019 – 6, axial direction

Ukazatel	Označení	Jedn.	Hodnota
Střední hodnota	\bar{x}	[μm]	1,09
Medián	$x_{0,5}$	[μm]	1,02
Smírodatná odchylka	s	[μm]	0,51
Rozptyl výběru	$\hat{\sigma}^2$	[μm^2]	0,26
Rozdíl max – min	$x_{max} - x_{min}$	[μm]	2,40
Minimum	x_{min}	[μm]	0,41
Maximum	x_{max}	[μm]	2,81
Počet tříd	m		6
Délka tříd	h		0,4
Hranice tříd			0,80; 1,20; 1,60; 2,00; 2,40; 2,80



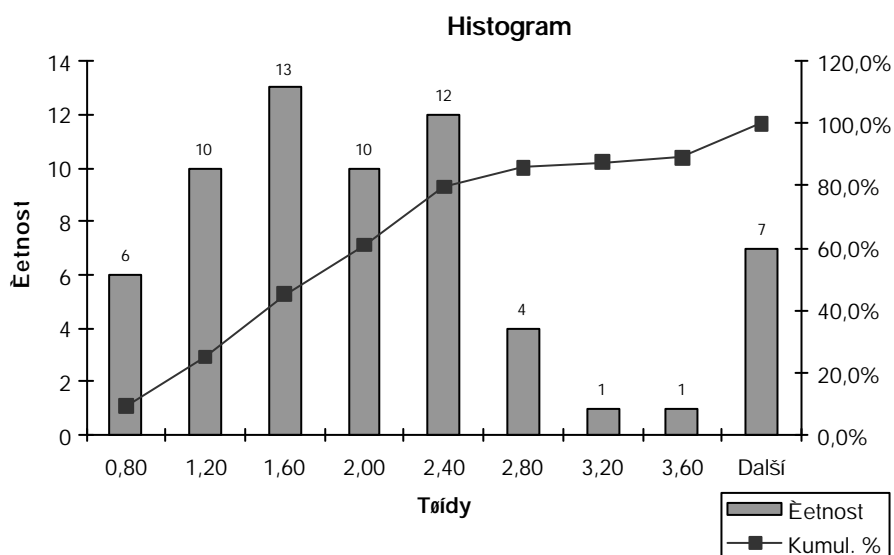
Obr. 4 Histogram četností naměřených hodnot drsnosti povrchu jízdní plochy kol, lokomotiva 111 019 – 6, axiální směr

Fig. 4 Frequency histogram of the measured values of the rail wheel surface roughness, electric locomotive 111 019 – 6, axial direction

Tab. 3 Statistické ukazatele naměřených hodnot, lokomotiva 111 032 – 9, obvodový směr

Tab. 3 Statistic index of the measured values, electric locomotive 111 032 – 9, longitudinal direction

Ukazatel	Označení	Jedn.	Hodnota
Střední hodnota	\bar{x}	[μm]	1,89
Medián	$x_{0,5}$	[μm]	1,75
Smírodatná odchylka	s	[μm]	1,01
Rozptyl výběru	$\hat{\sigma}^2$	[μm^2]	1,02
Rozdíl max – min	$x_{\max} - x_{\min}$	[μm]	3,84
Minimum	x_{\min}	[μm]	0,46
Maximum	x_{\max}	[μm]	4,30
Počet tříd	m		8
Délka tříd	h		0,4
Hranice tříd			0,80; 1,20; 1,60; 2,00; 2,40; 2,80; 3,20; 3,60



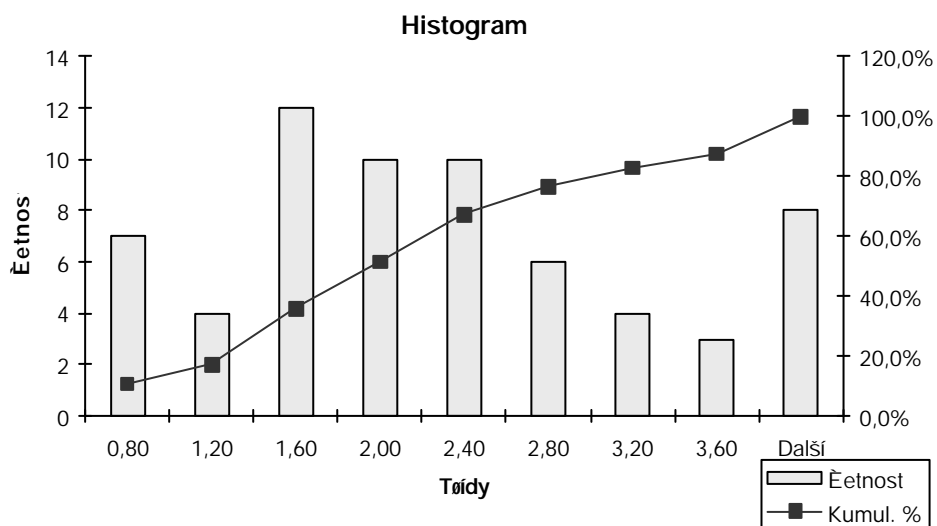
Obr. 6 Histogram četností naměřených hodnot drsnosti povrchu jízdní plochy kol, lokomotiva 111 032 – 9, obvodový směr

Fig. 6 Frequency histogram of the measured values of the rail wheel surface roughness, electric locomotive 111 032 – 9, longitudinal direction

Tab. 4 Statistické ukazatele naměřených hodnot, lokomotiva 111 032 – 9, axiální směr

Tab. 4 Statistic index of the measured values, electric locomotive 111 032 – 9, axial direction

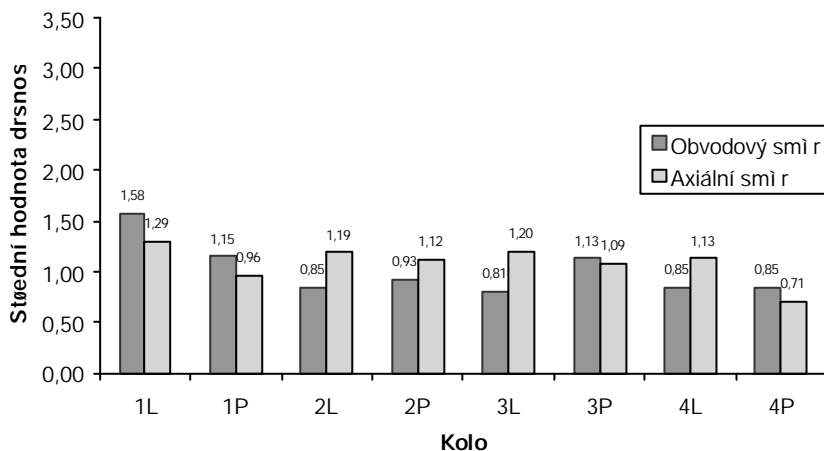
Ukazatel	Označení	Jedn.	Hodnota
Střední hodnota	\bar{x}	[μm]	2,20
Medián	$x_{0,5}$	[μm]	1,95
Smí rodatná odchylka	s	[μm]	1,26
Rozptyl výběru	$\hat{\sigma}^2$	[μm^2]	1,60
Rozdíl max – min	$x_{max} - x_{min}$	[μm]	7,13
Minimum	x_{min}	[μm]	0,51
Maximum	x_{max}	[μm]	7,64
Počet tříd	m		8
Délka tříd	h		0,4
Hranice tříd			0,80; 1,20; 1,60; 2,00; 2,40; 2,80; 3,20; 3,60



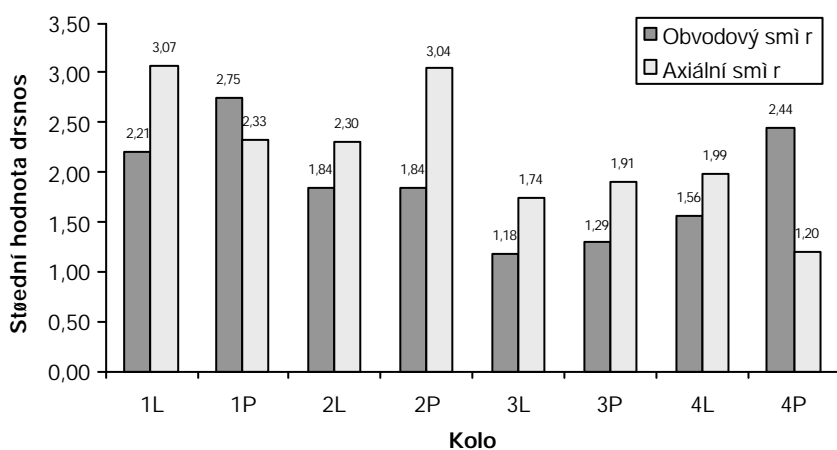
Obr. 7 Histogram četností naměřených hodnot drsnosti povrchu jízdní plochy kol, lokomotiva 111 032 – 9, axiální směr

Fig. 7 Frequency histogram of the measured values of the rail wheel surface roughness, electric locomotive 111 032 – 9, axial direction

**Střední hodnoty drsností jízdní plochy jednotlivých kol,
lokomotiva 111 019 - 6, brzdové špalíky DIAFRIKT K 4**



**Střední hodnoty drsností jízdní plochy jednotlivých kol,
lokomotiva 111 032 - 9, brzdové špalíky litina**



**Obr. 8 Srovnání drsností jízdní plochy jednotlivých kol
Fig. 8 Alignment roughness mounted surface particular wheels**

7. Vyhodnocení naměřených veličin a vyplývající závěry

Wilcoxonův dvouvýběrový test pro hodnoty naměřené v obvodovém směru.

(X_1, X_2, \dots, X_m) výběr rový soubor (totožný se základním) hodnot lokomotivy 111019 – 6

(Y_1, Y_2, \dots, Y_n) výběr rový soubor (totožný se základním) hodnot lokomotivy 111 032 – 9

Postup testování:

- 1) Formulace testované hypotézy a volba hladiny významnosti.

Testovaná (nulová) hypotéza H_0 : distribuční funkce obou rozdílení pravděpodobností jsou shodné a není významný statistický rozdíl mezi drsností povrchu jízdní plochy kol obou vozidel. Hypotézu testujeme na zvolené hladině významnosti $\alpha = 0,05$, která určuje výši rizika, s jakým se testovaná hypotéza zamítne, přestože je správná.

- 2) Formulace alternativní hypotézy.

Alternativní hypotéza H_1 : distribuční funkce obou rozdílení pravděpodobností nejsou shodné a zamítáme původní hypotézu H_0 . Rozdíl je tak velký, že drsnosti povrchu jízdní plochy kol obou vozidel se významně statisticky liší.

- 3) Všechny $n + m$ výběrů rových hodnot X_1, X_2, \dots, X_m a Y_1, Y_2, \dots, Y_n (sdružený výběr) uspořádáme vzestupně podle velikosti.
- 4) Zjistíme součet pořadí hodnot X_1, X_2, \dots, X_m a označíme T_1 , $m = 64$, $T_1 = 2891$.
- 5) Zjistíme součet pořadí hodnot Y_1, Y_2, \dots, Y_n a označíme T_2 , $n = 64$, $T_2 = 5365$.
- 6) Provedeme výpočet hodnot U_1 a U_2 pro něž platí:

$$U_1 = m \cdot n + \frac{m \cdot (m + 1)}{2} - T_1, \quad (2)$$

$$U_1 = 64 \cdot 64 + \frac{64 \cdot (64 + 1)}{2} - 2891 = 3285, \quad (3)$$

$$U_2 = m \cdot n + \frac{n \cdot (n + 1)}{2} - T_2, \quad (4)$$

$$U_2 = 64 \cdot 64 + \frac{64 \cdot (64 + 1)}{2} - 5365 = 811. \quad (5)$$

Pro větší rozsahy m a n náhodných výběrů, což je případ výběrů se 64 hodnotami, můžeme použít testovací kritérium:

$$U = \frac{U_1 - \frac{1}{2}mn}{\sqrt{\frac{mn}{12}(m+n+1)}}, \quad (6)$$

$$U = \frac{3285 - \frac{1}{2} \cdot 64 \cdot 64}{\sqrt{\frac{64 \cdot 64}{12} \cdot (64 + 64 + 1)}} = 5,895 . \quad (7)$$

7) Definice kritické oblasti.

Za předpokladu platnosti hypotézy H_0 má náhodná veličina U asymptoticky rozdělení pravděpodobností. Kritická oblast je definována vztahem:

$$W = \{U, |U| \geq z_{\alpha}\} . \quad (8)$$

Statistické tabulky udávají pro zvolenou hladinu významnosti $\alpha = 0,05$ kritickou hranici $z_{\alpha} = 1,96$. Platí tedy:

$$\{U, |U| \geq z_{\alpha}\} \quad 5,895 > 1,96 . \quad (9)$$

8) Rozhodnutí.

Hodnota testovacího kritéria U leží v kritické oblasti. Hypotézu H_0 zamítáme ve prospěch alternativní hypotézy H_1 . Naměřené hodnoty u obou lokomotiv se významně statisticky liší a drsnosti povrchu jízdní plochy kol obou vozidel jsou tedy rozdílné.

Wilcoxonův dvouvýběrový test pro hodnoty naměřené v axiálním směru

Pro hodnoty naměřené v axiálním směru byl použitý shodný postup testování jako pro hodnoty naměřené v obvodovém směru.

Testovací kritérium U nabývá hodnoty:

$$U = 6,224 . \quad (10)$$

Pro $\alpha = 0,05$ a kritickou hranici $z_{\alpha} = 1,96$ platí:

$$\{U, |U| \geq z_{\alpha}\} \quad 6,224 > 1,96 . \quad (11)$$

Také hodnota testovacího kritéria U leží v tomto případě v kritické oblasti. Naměřené hodnoty u obou lokomotiv se významně statisticky liší a drsnosti povrchu jízdní plochy kol obou vozidel jsou tedy rozdílné.

8. Vyplyvající závěry

Testování obou souborů měření potvrdilo, že ze statistického hlediska mají jízdní plochy kol obou sledovaných vozidel rozdílnou drsnost. Základní zhodnocení experimentálního měření drsnosti jízdní plochy kol u vozidla osazeného brzdovými špalíky z materiálu DIAFRIKT K 4 a u vozidla osazeného litinovými brzdovými špalíky spočívá v porovnání středních hodnot drsnosti jízdní plochy. I přes relativně malý soubor naměřených

velikosti podávají zpracované výsledky přehled o drsnosti povrchu jízdní plochy sledovaných kol.

Tab. 5 Srovnání středních hodnot drsností jízdních ploch kol lokomotiv s kovokeramickými a litinovými brzdovými špalíky

Tab. 5 Alignment of the average values roughness mounted surface of the engines with the ceramic and the cast iron brake blocks

Typ brzdového špalíku	Střední hodnota drsnosti [μm]	
	Obvodový směr	Axiální směr
DIAFRIKT K 4	1,02	1,09
Litina	1,89	2,20

Zjištěné hodnoty potvrzují vyšší stupeň vyhlazení jízdní plochy kol, které jsou v taci protiploše k špalíkům DIAFRIKT K 4 oproti špalíkům litinovým. Rozdíl činí zhruba 1 μm , ale je oproti výchozí drsnosti povrchu (25 μm) velmi malý a nepotvrzuje předpoklad provozovatele, který tuto skutečnost často uvádí jako hlavní příčinu zhoršení adhezních vlastností hnacích vozidel osazených brzdovými špalíky z kovokeramických taccích materiálů.

Lektoroval: Ing. Tomáš Oppolzer, Ph.D.

Předloženo: v listopadu 2001.

Literatura

1. Mašín, A. *Poruchovost ocelových částí v železničním provozu*. 1. vydání. Praha: Nadas, 1982.
2. Kubanová, J. *Matematická statistika*. Skripta. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 1999.
3. Ěáp, J., Freibauer, L., Hlavàa, V. *Teorie vozidel*. Skripta. Vysoká škola dopravy a spojov, Fakulta strojnícka a elektrotechnická, Žilina, 1991.
4. Cais, O. *Zkoušky a zkušební provoz špalíků z kovokeramických materiálů v Prametě Šumperk a Prametě Potštejn*. Výzkumný ústav železniění Praha 4 Braník, Výzkumná oblast kolejových vozidel, oddělení brzd, 1996.
5. V 99/1. Pøedpis ÈD. *Oprava dvojkolí železničních kolejových vozidel*. Účinnost od 1.7.1990.

Resumé

VLIV KOVOKERAMICKÉHO BRZDOVÉHO ŠPALÍKU NA MIKROGRAFII POVRCHU JÍZDNÍ PLOCHY ŽELEZNIÈNÍHO KOLA

Radek SEDLÁÈEK

Tato práce se zabývá vlivem kovokeramického taccího materiálu brzdového špalíku na drsnost povrchu jízdní plochy kola lokomotiv řady 111. Závislosti této problematice vyplynuly z porovnávacích měření provedených na dvou hnacích vozidlech uvedené řady. Jedna lokomotiva

mì la osazeny brzdové špalíky zkovokeramického tæcího materiálu Diafrikt K4 a druhá mì la klasické litinové špalíky. Zjišti né hodnoty potvrdily rozdílné drsnosti jízdní plochy kol, které jsou v tæcí protiploše k špalíkùm DIAFRIKT K 4 oproti špalíkùm litinovým. Rozdíl je ovšem oproti velmi malý a nepotvrzuje teorii vysokého stupni vylešti ní jízdní plochy kola kovokeramickým tæcím materiálem.

Summary

INFLUENCE OF CERAMIC FRICTION MATERIAL OF BRAKE BLOCK UPON THE MICROGRAPHY OF RAIL WHEEL SURFACE

Radek SEDLÁĚEK

This work is concentrated on the influence of the ceramic material of the brake block upon the micrography of rail wheel surface of ĚD locomotive class 111. A trial operation of engines with ceramic brake blocks confirms a lot of advantages in a comparsion with cast iron brake blocks. But some negative attributes are inhibited to use more. One of the zone, in which is the car service (with ceramic brake blocks) influenced, is the quality rail wheel surface problem and a problem of the adhesive locomotive attribute.

For new rail wheel outline is the roughness surface specified by the intern instruction of Czech railways: 25 µm for the rail wheel surface and 12,5 µm for the flange surface. The deterioration of the rail wheel surface roughness has a several reasons, mainly:

- rolling of the rail wheel,
- an influence by the friction paar rail wheel – brake block.

It was necessary to confirm the reduce of the rail wheel roughness surface by the ceramic brake block. The control measurement was performed on the appointed ĚD engines granted the following requirements:

- both locomotives will be of tne same class,
- one of the locomotives will be equipped with the ceramic brake blocks and the other will be equiped of the cast iron brake blocks,
- both locomotives will be in a good technical condition,
- both locomotives will be serviced in the same service circulation (the same rate of rthe running kilometers, a similar rate of the load, the same wy of braking and a similar track and climatic circumstances),
- the same rate of the starting roughness surface of the rail wheel of both locomotives after rail wheel outline renovation.

The roughness measurement was conditioned by the following requirements:

- the roughness measurement will be carried out during the engine periodical maintenance in the engine shed,
- both engines ran a approximate rate of the running kilometers,
- the roughness measurement will be carried out by the same method.

For the measurement of the rail wheel surface roughness were appointed two ĚD electric engines of class 111. The engine 111 019 – 6 was equipped with the ceramic brake blocks DIAFRIKT K4 and 111 032 – 9 was equiped of cast iron brake blocks. These locomotives aren't equipped with the elctrodynamic brake systém. Both locomotives serviced with the persone trains, goods trains and in the station shunting service. The roughness rate were measured after running of 26 000 km. There were 64 roughness values in the axial direction of the rail wheel surface and in the longintundial direction as well. The date files were processed using the data analysis function of Microsoft Excel 2000.

Radek Sedláæk:

Test of the data files confirmed the different roughness of the rail wheel surface both engines. The processed results show that ceramic brake blocks more reduce the roughness of the rail wheel surface than cast iron brake blocks do. However the difference between both surfaces is 1µm only. It is very small value in the comparison with the starting roughness surface. The theory of the high smooth rail wheel surface by the ceramic friction material wasn't confirmed.

Zusammenfassung

DER BEINFLUSS METTALKERAMISCHEN BREMSKLOTZEN AN DER MIKROGRAFIE DIE OBERFLÄCHE EINEN EISENBahnRAD

Radek SEDLÁĚEK

Diese Arbeit abhandeln über Einfluss der Mikrografie die Oberfläche einen Eisenbahnrad von metallkeramische Bremsklotze bei Elektrolokomotiven BR 111 der CD.Verschlusses, welche sind hier einführen, hervorgehen aus Versuchbetrieb 2 Elektrolokomotiven, 1. mit Metallkeramische Bremsklotzen, 2. mit klasische Gussbremsklotzen.Metallkeramische Bremsklotzen sind aus der tschechischen Produktion, Marke: DIAFRIKT 4. Die Gegenüberstellung die Hörte verschieden Fahroberfläche der Eisenbahnrad beweissen nur kleine Unterschieden, wie sind Metallkeramische Bremsklotzen oder Gussklotzen an der Lokomotiven eingesetzt. Die Theorie über höhere Radoberfläche auf Hochglanz polieren von metallkeramische Bremsklotzen ist nicht bestätigen.