

Zdzisław ŚWIDERSKI

Zygmunt NOWICKI

Józef PRUSSAK

ZUŻYCIE OBRĘCZY TABORU KOLEJOWEGO

Streszczenie. Od szeregu lat zagadnienia związane z ograniczeniem tempa zużywania się obręczy stanowią tematykę prac badawczych i konkretnych przedsięwzięć technicznych. Pomimo zaangażowania wielu ośrodków i zespołów ludzi zajmujących się eksploatacją pojazdów szynowych problem ten nie został rozwiązany w zadowalający sposób, a na PKP jest on wyraźnie odczuwalny.

W artykule przedstawiono aktualny stan zużycia obręczy wagonowych oraz zużycia obręczy pojazdów trakcyjnych. Usystematyzowano i omówiono czynniki decydujące o zużyciu obręczy oraz scharakteryzowano przedsięwzięcia mające na celu ograniczenie zużycia m.in. poprzez wprowadzenie utwardzania lub napawania tej części profilu, gdzie stwierdza się największe zużycia.

W zakończeniu przedstawionych rozważań stwierdzono m.in., że rozwiązanie problemu zużycia obręczy wymaga kontynuowania kompleksowych prac badawczych w celu ustalenia zależności ilościowych wpływu różnych czynników łącznie z opracowaniem metod śledzenia zmian w eksploatacji związanych z wprowadzaniem środków zaradczych w celu oceny skuteczności ich działania. W ramach prac badawczych niezbędne jest opracowanie nowych, skutecznych urządzeń diagnostycznych do oceny geometrii układów biegowych dla zakładów naprawczych i wagonowni celem polepszenia jakości napraw.

Pożądane jest również szersze wdrażanie technologii hartowania powierzchniowego obrzeża oraz napawania podciętych obrzeży, przy czym wskazane jest doskonalenie technologii napawania w kierunku uzyskania napoiń o wyższej twardości.

UWAGI OGÓLNE

Podstawowym czynnikiem mającym decydujący wpływ na trwałość obręczy zestawów kołowych eksploatowanych na PKP jest ich zużycie, objawiające się głównie jako podcinanie obrzeży. Ten rodzaj zużycia występujący również i na terenach innych zarządów kolejowych, przeważnie jednak na liniach o dużym udziale łuków o promieniu poniżej 500 m, na terenie PKP występuje również na liniach z małą ilością łuków i to o stosunkowo dużych promieniach. Sygnalizowana od pewnego czasu przez Zarząd Trakcji Centralnej DOKP sprawa nadmiernego tempa podcinania obrzeży kół w elektrycznych zespołach trakcyjnych EN57 może być tego przykładem. Jednostki te kursują na liniach nizinnych, rozchodzących się promieniście od węzła warszawskiego, na znacznych długościach prostych z nielicznymi tylko łukami powyżej 600 m.

Problematyka zmniejszenia tempa zużywania obręczy już od szeregu lat absorbuje uwagę wielu zespołów ludzi związanych z eksploatacją taboru kolejowego. Wykonane zostały liczne prace, m.in. również i przez Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa, powstała obszerna literatura z tego zakresu, a przecież trudno oprzeć się wrażeniu, że problem w dalszym ciągu nie stracił na aktualności i jeśli chodzi o FKP, to można by zauważyć, że w ostatnim czasie jego znaczenie zdaje się wzrastać.

Zużycie obręczy jest, jak wiadomo, skutkiem współpracy koła z szyną. W trakcie tej współpracy występują zjawiska typowe dla tarcia potoczystego i poślizgowego. I to właśnie przebieg tych ostatnich wpływa zdecydowanie na postać i tempo zużywania obręczy.

Podobnie jak w przypadkach typowych procesów tarcia i ścierania tak i w tym przypadku oddziaływać można na przebieg zjawiska poprzez: dobór materiałów pary ciernej oraz optymalizację czynników wpływających na proces ścierania (zmniejszając współczynnik tarcia, naciski jednostkowe, a w przypadku zestawów kołowych również udział tarcia poślizgowego w stosunku do tarcia potoczystego). Ogólnie biorąc na przebieg zjawiska zużywania obręczy wpływają czynniki:

- materiałowe oraz
- konstrukcyjno-eksploatacyjne.

Zanim zostaną one omówione szerzej słów kilka na temat aktualnego stanu zużycia obręczy na FKP z rozróżnieniem na zużycia obręczy wagonowych oraz zużycia obręczy w pojazdach trakcyjnych

ZUŻYCIE OBRĘCZY W WAGONACH

W 1979 r. Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa zebrano ze wszystkich wagonowni dane o ilościach uszkodzeń zestawów kołowych wg następującej klasyfikacji:

- 1) pęknięcia poprzeczne obręczy,
- 2) pęknięcia ukośne obręczy,
- 3) narosty (tzw. "nalepy"),
- 4) płaskie miejsca,
- 5) nawalcowania tj. spływy materiału z powierzchni czynnej obrzeża (tzw. "druć"),
- 6) spływ z powierzchni tocznej na krawędź obręczy,
- 7) podcięcie obrzeża,
- 8) uszkodzenia inne.

Z uzyskanych informacji, zbieranych w okresie roku, wynikało, że na terenie niektórych wagonowni podcięcie obrzeży występowały aż w 35% wyłącanych wagonów z ruchu z powodu uszkodzeń zestawów, gdy w tym samym

czasie na terenie innych wagonowni ilość podcięć obręczy oceniana była na ok. 1 do 2% ogólnej liczby uszkodzeń zestawów wagonowych.

W 1983 r. wykorzystując dane uzyskane z ZNTK, Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa wykonał analizę statystyczną zużycia obręczy w zestawach kołowych, wagonowych - temat nr 3080/19 [1]. Celem tej analizy było wyznaczenie linii regresji opisującej zależność czasu eksploatacji zestawu od grubości obręczy i stąd określenie średniego czasu zmniejszenia się grubości obręczy o 1 mm. Analizą objęto zestawy kołowe wagonów osobowych i towarowych naprawianych w 12 ZNTK.

Z analizy tej wynikało m.in. duże zróżnicowanie czasu w odniesieniu do różnych typów wagonów, po upływie którego obręcze eksploatowanych w nich zestawów osiągną te same wielkości zużycia. I tak np. zmniejszenie grubości obręczy o 10 mm w wagonie chłodni następowało po 2,63 roku w wagonie samowyładowczym po 1,55 roku, a w wagonie osobowym po 1,28 roku. Są to oczywiście dane przeciętne, a wobec niemożliwości związania zużycia z wielkościami przebiegów (w przypadku wagonów nie ma możliwości ścisłego ustalenia ich przebiegów w km) dane te mogą mieć tylko znaczenie orientacyjne.

Z podobnych względów znaczenie orientacyjne mogą mieć również dane uzyskane z raportu nr 7 Komitetu ORE B 136 [2] o czasie, jaki upływał między kolejnymi korektami zarysu (reprofilowaniem) przeciętnego, statystycznego koła wagonowego. I tak czas ten wynosił na:

SNCF - 17 lat,

DB - 5,5 roku,

PKP - 4,5 roku,

DR - 3 lata,

SJ - 4 lata,

NS - 6 lat,

CFP - 10 lat,

OBB - 4 lata,

FS - 9 lat.

Z danych tych wynikałoby, że intensywność zużywania się obręczy w wagonach PKP nie odbiegała od średniej europejskiej (wyłączając koleje francuskie i włoskie). Trzeba tu jednak dodać, że dane te pochodzą z połowy lat siedemdziesiątych i od tego czasu wiele się mogło zmienić. Miastety jednak ankiety pozwalającej na uzyskanie tego typu danych ponownie już nie przeprowadzano.

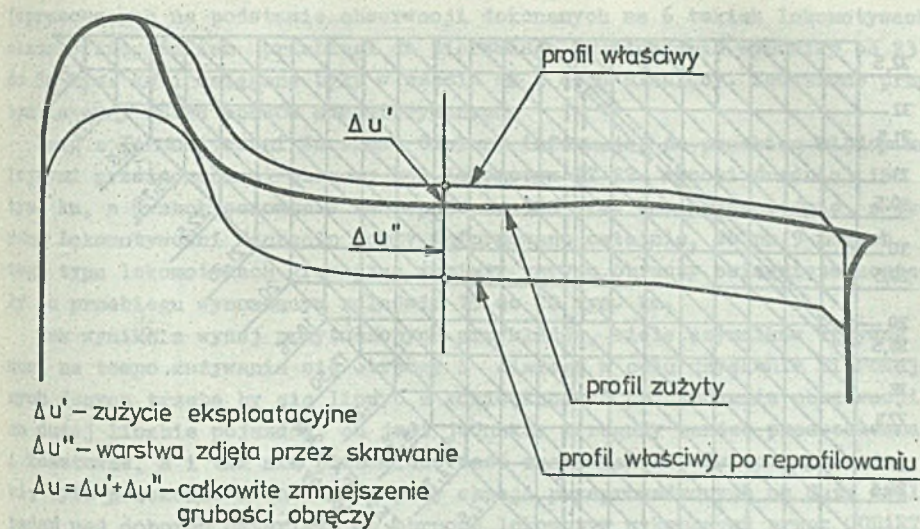
Jakkolwiek w przypadku wagonów brak jest wyraźnych sygnałów o nadmiernym zużywaniu się obręczy, co mogłoby wywoływać wrażenie, że zużycie obręczy w przypadku wagonów nie jest czynnikiem dominującym - jeśli chodzi o trwałość zestawów - to jednak wynikałoby to raczej z faktu, że przebiegi dominującej liczby wagonów - wagonów towarowych - są stosunkowo niewielkie i wynoszą przeciętnie ok. 30 tys. km rocznie. Poza tym warunki

pracy zestawów w tych wagonach z powodu znacznego udziału hamulców i wysokich niejednokrotnie obciążeń sprzyjają zużyciu się obręczy w większym stopniu na okręgu tocznym i stąd w mniejszym, być może, stopniu zauważalne jest zjawisko podcinania obrzeży. Nie oznacza to jednak, aby w przypadku wagonów ranga problemu zużycia się obręczy była mniejsza i choć procentowo - ilość sygnalizowanych przez wagonownie nadmiernych zużyć obręczy w poszczególnych przypadkach może się wydawać niewielka, biorąc pod uwagę ogólną liczbę wagonów okazałoby się, że straty z tego powodu są bardzo znaczne, a koszty nimi spowodowane mogą być nie mniejsze niż w przypadku zużycia obręczy trakcyjnych, na które ostatnio przede wszystkim zwraca się uwagę.

ZUŻYCIE OBRĘCZY TRAKCYJNYCH

Już w latach sześćdziesiątych zaczęto podejmować na PKP starania mające na celu zmniejszenie zużycia obręczy kół parowozów kursujących w terenach górskich. Opierając się na doświadczeniach DR [3], COBiRTK podjął próby hartowania płomieniowego obrzeży kół parowozowych. Było oczywiste, że wzrost twardości obrzeży musi spowodować spowolnienie tempa ich zużycia, jednakże należało się liczyć z możliwością pojawiania się pęknięć zarówno hartowniczych, które mogłyby się rozwijać w eksploatacji, jak i pęknięć, które mogłyby powstawać w eksploatacji w związku ze wzrostem naprężeń w warstwie zahartowanej. Mimo niepotwierdzenia się tych obaw i znacznego zaawansowania przygotowań do hartowania obrzeży zestawów parowozowych po zahartowaniu ok. 100 kół zestawów tocznych parowozów [4] dalsze prace zaprzestano.

Ponownie, z dużą ostrością zarysował się problem nadmiernego zużycia się obręczy w początkach 1982 r. W związku ze zmianami spowodowanymi wydłużeniem przebiegów elektrycznych zespołów trakcyjnych Zarządy Trakcji zaczęły sygnalizować trudności w spełnieniu nowych wymagań zwracając uwagę na to, że tempo zużycia się obręczy spowodowane przede wszystkim podcinaniem obrzeży w wielu przypadkach nie pozwala na osiągnięcie wymaganego przebiegu 220 tys. km w okresie między kolejnymi reprofilowaniami obręczy. Ponieważ o zjawisku nadmiernego zużycia się obręczy donoszono również z terenów węzła warszawskiego, a więc z terenów nizinnych, bez małych łuków, COBiRTK podjął badania statystyczne opierając się na pomiarach 408 obręczy z 204 zestawów z serii EN57 przeprowadzonych na terenie ZNTK w Mińsku Mazowieckim [5]. Na podstawie tych badań ustalono m.in., że w okresie międzynaprawczym wycofywanych jest z ruchu 94% ogólnej liczby elektrycznych zespołów trakcyjnych (ezt) przypisanych do MDE Warszawa-Ochota tylko z powodu naprawy kół. Z tego 36% wycofywanych jest w celu reprofilowania obręczy, a 58% w celu wymiany zestawów kołowych.

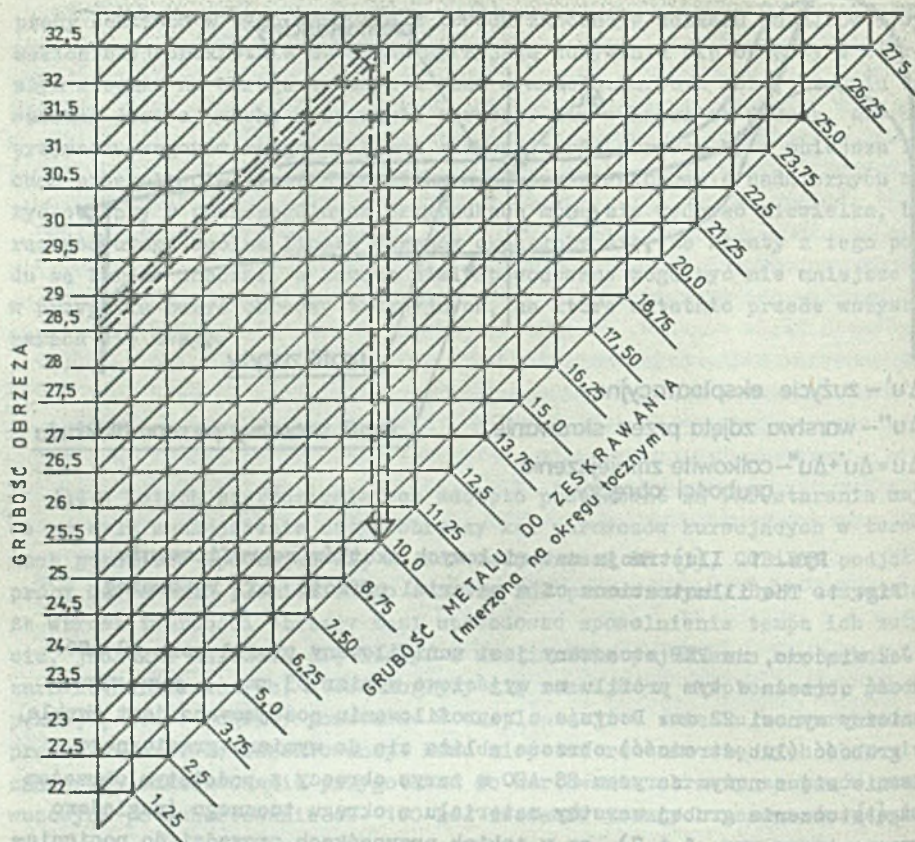


Rys. 1. Ilustracja materiałowych skutków reprofilowania

Fig. 1. The illustrations of a material effects of reprofiling

Jak wiadomo, na PKP stosowany jest zunifilowany profil koła 28 ACO. Grubość obrzeża w tym profilu ma wyjściowo wymiar 33 mm, a jego wymiar graniczny wynosi 22 mm. Decyzja o reprofilowaniu podejmowana jest zwykle, gdy grubość (lub stromość) obrzeża zbliża się do wymiaru granicznego. Wpisanie się z nowym zarysem 28 ACO w zarys obręczy z podciętym obrzeżem wymaga stoczenia grubej warstwy materiału z okręgu tocznego (poglądowo pokazano to na rys. 1 i 2), co w takich przypadkach prowadzi do pocienienia obręczy, niekiedy nawet do ok. 20 mm. Przeciętnie po 2 a niekiedy tylko 3 reprofilowaniach należy zestaw przeobrócić. Tak więc w przypadku nadmiernego zużycia obręczy tempo narastania tego zużycia decyduje o trwałości obręczy, co oczywiście jest w praktyce zauważalne i w związku z tym podejmowane są odpowiednie środki zaradcze, o czym będzie mowa dalej.

Dla zobiektywizowania oceny tempa zużywania się obręczy w różnych pojazdach trakcyjnych pracujących w różnych warunkach eksploatacyjnych podejmowane były próby ustalenia średnich przebiegów między kolejnymi reprofilowaniami kół. Pozornie wydawać by się mogło, że ustalenie tego rodzaju danych nie powinno nastęrczać większych trudności z racji możliwości ustalania długości przebiegów na podstawie ewidencji prowadzonej z osobna dla każdego pojazdu. Okazało się jednak, że różnice przebiegów nawet między pojazdami tego samego typu eksploatowanymi w podobnych warunkach mogą być tak znaczne, że średnie przebiegi ustalone na ich podstawie obarczone byłyby znacznym błędem. I tak np. z terenu lokomotywowni Sucha Beskidzka można uzyskać informacje o przypadkach przebiegów jednos-



Rys. 2. Tabulogram stosowany na SNCF do ustalania najbardziej ekonomicznych warunków reprofilowania (korekty zarysów kół) zestawów kołowych. Strzałki pokazują przypadek korekty grubości obrzeża z 28,5 mm na 32,5 mm (grubość obrzeża koła nowego), skutkiem czego dochodzi do zmniejszenia grubości wieńca o 10 mm, tj. zmniejszenia średnicy koła o 20 mm

Fig. 2. A report used at SNCF for determination the most economical conditions for reforming (a corrections of wheels profiles) wheels sets. The arrows shows an example of correction of thickness of rims from 28,5 mm to 32,5 mm (thickness of a new wheel rim) it cause decrease of thickness of wheel rim for 10 mm it is 20 mm at diameter

tek EN57 między kolejnymi przetoczeniami (reprofilowaniami) zarysu wynoszący od 30 do 130 tys. km. Znane są również przypadki, gdy tego samego rodzaju jednostki osiągały przebiegi z podobnymi skutkami, nawet do 288 tys. km (dane z Lokomotywowni Wrocław).

O dużych różnicach przebiegów informują również dane uzyskane przy okazji badań wpływu hartowania obrzeży przeprowadzonych przez ZPTK Poznań na lokomotywach typu SU 46 [6]. Według informacji z Lokomotywowni Nowy Sącz dotyczących długości i czasu przebiegów tego typu lokomotyw

(opracowanych na podstawie obserwacji dokonanych na 6 takich lokomotywach) okazało się, że ich przebiegi do pierwszego przetoczenia wynosiły od 23 do 50 tys. km i osiągane były w czasie od 2 do 6 miesięcy. Zauważono przy tym istotny wpływ opadów atmosferycznych.

Dane z Lokomotywowni Warszawa Odolany informują, że przebieg między kolejnymi przetoczeniami obręczy kół lokomotyw ET 22 wynosi średnio 150 tys. km, a przeobrzeczowanie następuje co 300 tys. km. Równocześnie z terenu Lokomotywowni Szczecin Porty informowano ostatnio, że na 9 nowych tego typu lokomotywach graniczne wymiary zarysu obrzeży osiągnięte zostały po przebiegu wynoszącym zaledwie 15 do 20 tys. km.

Jak wynika z wyżej przytoczonych przykładów, wiele czynników wpływać musi na tempo zużywania się obręczy i dlatego w celu uzyskania miarodajnych danych trzeba by się liczyć z koniecznością podejmowania obserwacji na dużej liczbie pojazdów, co jest jednakże z reguły bardzo pracochłonne i kosztowne, a i tak nie pozbawione dość znacznych błędów, o czym można się było przekonać m.in. także przy okazji przeprowadzonych na dużą skalę badań nad doborem materiału na obręcze lokomotyw wykonanych przez COBIIRT przy współudziale OBRPS [7].

CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA ZUŻYCIE OBRĘCZY

Jak już o tym wspomniano, zużycie obręczy (a także i szyn) wynika z warunków współpracy koła z szyną. Oprócz tego na zużycie, rozumiane jako długość okresu wykorzystywania obręczy w eksploatacji, w dużej mierze ma wpływ technologia reprofilowania obręczy, co jasno wynika z rys. 1 i 2, a o czym jeszcze będzie dalej mowa.

Czynniki wpływające na zużycie można by więc usystematyzować następująco:

- materiał i wykonanie obręczy,
- właściwa geometria układów biegowych,
- geometria układu zestaw kołowy - szyny (w tym geometria zarysów kół i szyn),
- zmiany współczynnika tarcia,
- technologia napraw,
- warunki atmosferyczne.

Na ten ostatni z czynników oczywiście nie można mieć żadnego wpływu, jednakże należy o nim pamiętać przy planowaniu badań nad wyborem optymalnych czynników, gdyż jak pokazują liczne obserwacje, wpływ np. wilgotności powietrza może w znacznej mierze zmienić obraz zjawisk zachodzących w kontakcie z szyną.

MATERIAŁ I WYKONANIE OBREČZY

Obrećce oprócz współpracy z szyną współpracują także (szczególnie w warunkach PKP) z kolcami hamulcowymi. Wpływ tej współpracy rzutuje przede wszystkim na dobór stali nadającej się do ich wykonania. Chodzi o to, że ze wzrostem ekwiwalentnej zawartości węgla w stali zwiększa się jej wytrzymałość (a więc i twardość) a także jej skłonność do podhartowania na większych głębokościach, powodując w ten sposób wzrost liczby defektów pochodzenia termicznego. Jest to szczególnie niebezpieczne właśnie w przypadku obrećcy, w których naprężeniami tangencjonalnymi muszą być naprężenia rozciągające, a to z racji zapewnienia niezbędnego zacisku obrećcy na kole bosym. Oprócz względów bezpieczeństwa związanych z odpornością na pęknięcie chodzi również o to, aby wytrzymałość obrećcy była właściwa z punktu widzenia nacisków wywoływanych oddziaływaniem szyny na koło o określonej średnicy i określonym obciążeniu. Zbyt mała wytrzymałość przy zbyt dużych naciskach powodowałaby wykruszenia na powierzchni tocznej kół, a ponadto sprzyjałaby luzowaniu się obrećcy na skutek ich rozwałcowania się. Jeszcze do niedawna głównie te dwa czynniki były brane pod uwagę przy doborze stali na obrećce, przy czym ostateczny wybór był zwykle wynikiem kompromisu między nimi. Przy wzroście obciążeń cieplnych kół musiano się kierować przede wszystkim ograniczeniem zawartości węgla, a niezbędną wytrzymałość należało uzyskiwać przez obróbkę cieplną. Ta ostatnia uwaga nie dotyczy obrećcy produkcji krajowej, gdyż do czasu wejścia w życie nowej normy na stale dla kolejnictwa (do 1985 roku), obrećce dla PKP wykonywane były, jak wiadomo, bez określania zawartości węgla (ze stali St7P - dla wagonów, a ze stali P70 - dla pojazdów trakcyjnych). Z uwagi na liczne publikacje 8-11, jakie się dotychczas ukazały z opisem produkcji tych obrećcy, składów chemicznych i ich własności mechanicznych, wydaje się zbędne przytaczanie tu szczegółowych danych na ten temat. Jedyne może warto dodać, że w przypadku obrećcy wagonowych ich twardość zawiera się jak dotychczas w granicach 190 do 235 HB (dane z licznych ekspertyz wykonanych w COBiRTK), a w przypadku obrećcy trakcyjnych ulepszonych cieplnie powinna wynosić 232 do 262 HB (w większości przypadków jest jednak bliska dolnej granicy).

Ogólnie wiadomo, że w celu uodpornienia elementów na zużycie ściernie w pewnych warunkach (gdy nie można posłużyć się specjalnie dobranym materiałem lub gdy nie można skorzystać z żadnej z metod obróbki cieplno-dyfuzyjnej specjalnie dla tego celu opracowanych) pozostaje jedynie zwiększenie ich twardości. Jest więc naturalne, że przyczyn nadmiernego zużycia się obrećcy upatruje się przede wszystkim w tym, iż ich twardość jest zbyt niska. Wobec tego, że przemysł krajowy nie jest w stanie, jak na razie, nic w tej sprawie zmienić, PKP podjęło we własnym zakresie próby utwardzania obrećcy w strefie występowania ich największych zużyć. Na ten temat również ukazało się już wiele publikacji [6, 12, 13, 14].

Zaawansowane są prace w ZNTK Wrocław. Do hartowania obrzeży na skalę przemysłową przygotowuje się ZNTK Mińsk Mazowiecki [15].

Jednym z istotnych warunków powtarzalności wyników obróbki cieplnej, a więc i hartowania zastosowanego do obrzeży obręczy, jest określoność składów chemicznych. Dobrze się stało, że równocześnie z tymi przygotowaniami wchodzi w życie działanie nowej normy na stale dla kolejnictwa - PN-84/H-34027, w której po raz pierwszy wprowadzone zostały istotne dla obróbki cieplnej wymagania dotyczące składów chemicznych. Składy chemiczne tych stali i ich własności mechaniczne oraz składy chemiczne i własności mechaniczne stali wg innych norm zestawiono w tablicy 1.

Zasadnicze problemy, jakie stwarza hartowanie obrzeży zestawów kołowych, które, jak się zdaje, nie zostały dotychczas dostatecznie nświetlone, to kryteria wyboru twardości warstwy utwardzonej i co się z tym wiąże mikrostruktura tej warstwy. Rozstrzygnięcie tych problemów powinno jak zwykle nastąpić w wyniku przeprowadzenia odpowiednich badań najpierw laboratoryjnych, a następnie eksploatacyjnych. Jest to oczywiście teoretycznie założenie słuszne, jednak w praktyce następujące ogromne trudności. Już na wstępie trzeba zauważyć, że w badaniach laboratoryjnych nie ma żadnych możliwości otwierania rzeczywistych warunków współpracy koła z szyną, a w badaniach eksploatacyjnych praktycznie nie jest możliwe ustalenie wpływu wszystkich czynników oddziałujących na zużycie obręczy. Trzeba pamiętać, że w praktyce nie ma stałości oddziałujących czynników i dlatego wyniki mogą mieć jedynie wartość szacunkową. Mimo to podejmowane są próby zarówno laboratoryjne, jak i eksploatacyjne mające na celu znalezienie zależności między twardością a zużyciem, o czym wspomniano wcześniej.



Rys. 3. Typowa struktura obręczy. Perlit - (ciemne pola) otoczony siatką ferrytu (jasna cienka siatka) X400

Fig. 3. A typical structure of tyre. Pearlite (dark area) surrounded by ferrite (mesh (light thin mesh) X400

Przed przedstawieniem niektórych ciekawych wyników badań laboratoryjnych warto może poświęcić parę słów samemu procesowi hartowania powierzchniowego obrzeży z punktu widzenia przemian strukturalnych zachodzących w warstwie hartowanej.

Struktura wyjściowa obręczy (a więc i strefy podlegającej hartowaniu) jest grubopłytkowy perlit otoczony ferrytem wydzielonym w formie siatki (rys. 3). W wyniku nagrzania do temperatury hartowania struktura

Tablica 1

Stale stosowane na obręcze kół taboru kolejowego

WYKAZ	Ozna- czenie stali	Skład chemiczny w %					Stan obróbki cieplnej	Właściwości mechaniczne						Zastosowanie
		C	Mn	Si	P max	S max		R _m MPa	R _{0,2} (Re) min MPa	A ₅ min %	Z min %	HB min	KCU min J/cm ²	
50L/70L-02	P 54	0,40-0,56 0,45-0,58	0,60-0,90	0,15-0,40	0,040	0,040	Normalizowane Ulepszone	700-820 750-830	370 400	14 15	16 22	201 221	20 30	Wagony
	P 55	0,52-0,60	jw.	jw.	jw.	jw.	Normalizowane Ulepszone	800-920	430	12 14	16 20	233	20 30	Pojazdy trakcyjne
	P 60	0,57-0,65	jw.	jw.	jw.	jw.	Ulepszone	920-1050	500	12	16	262	20	
60Z 39-01	1	0,50-0,60	0,60-0,90	0,20-0,42	0,035	0,040	Ulepszone	880-1080	-	12	18	248	30	Lokomotywy pasażerskie
	2	0,57-0,65	jw.	jw.	jw.	jw.	Ulepszone	950-1130	-	10	14	269	25	Lokomotywy towarowe i manewrowe
Karty UIC 810-1	B1	do 0,48	do 1,20	do 0,50	0,040	0,04	Bez obróbki Normalizowane	600-720	brak wym.	12 18	Brak wym.	Brak wym.	- 30	Pojazdy szynowe
	B2	do 0,58	do 0,90	jw.	jw.	jw.	Bez obróbki Normalizowane	700-820	jw.	9 14	jw.	jw.	- 20	
	B3	do 0,60	do 1,10	jw.	jw.	jw.	Normalizowane	750-880	jw.	12	jw.	jw.	20	Pojazdy szynowe
	B4	do 0,70	do 0,90	jw.	jw.	jw.	jw.	800-940	jw.	10	jw.	jw.	jw.	
	B5	do 0,60	do 0,80	jw.	jw.	jw.	Ulepszone	800-920	jw.	14	jw.	jw.	30	
	B6	do 0,65	do 0,90	jw.	jw.	jw.	jw.	920-1050	jw.	12	jw.	jw.	20	



Rys. 4. Martenzyt w zahartowanej strefie obrzeża X400

Fig. 4. Martensite in hardened boundary zone X400



Rys. 5. Drobnny perlit w zahartowanej strefie obrzeża X400

Fig. 5. Fine pearlite in hardened boundary zone X400

ta ulega przemianie na austenit, z którego zależnie od prędkości chłodzenia powstaje martenzyt (rys. 4) (chłodzenie szybkie) lub struktury określone jako drobny perlit (rys. 5). Warto może jeszcze dodać, że już sam odbiór ciepła przez część nie nagrzaną obręczy powoduje bardzo intensywne odprowadzanie ciepła, tj. szybkie chłodzenie.

Oprócz wymienionych wyżej struktur mogą powstawać struktury mieszane martenzytu, drobnego perlitu i ferrytu (rys. 6), co ma miejsce wówczas, gdy skład chemiczny w obszarze hartowanym nie jest jednorodny, a określona szybkość chłodzenia dla jednych obszarów jest wystarczająca dla powstania martenzytu, gdy dla innych (sąsiednich) ta sama szybkość jest już za mała i powstaje w nich drobny perlit.

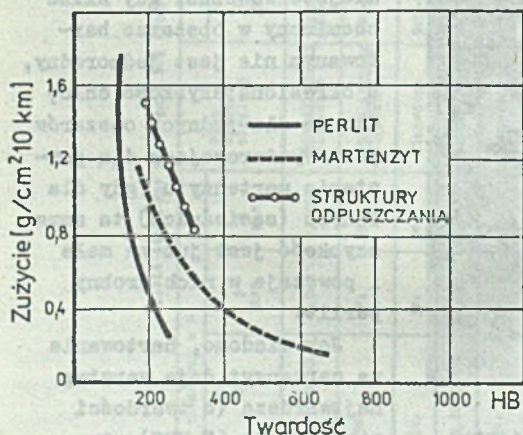
Jak wiadomo, hartowanie na martenzyt daje warstwę najtwardszą (o twardości rzędu 60 do 65 HRC) stwarzając przy tym zagrożenie występowania pęknięć hartowniczych pojawiających się od razu lub po pewnym

czasie. Hartowanie z pominięciem przemiany martenzytycznej nie wywołuje tego rodzaju zagrożeń, a daje warstwę o twardości niższej (rzędu 45 do 40 HRC).

W jednym z opracowań OBRPS 16 podana jest m.in. interesująca informacja o wynikach badań prowadzonych w zakładach Klocknera, które doprowadziły do stwierdzenia, że perlit drobnopłytkowy cechuje większa odporność



Rys. 6. Martenzyt, drobny perlit i ferryt X400
Fig. 6. Martensite, fine pearlite and ferrite X400



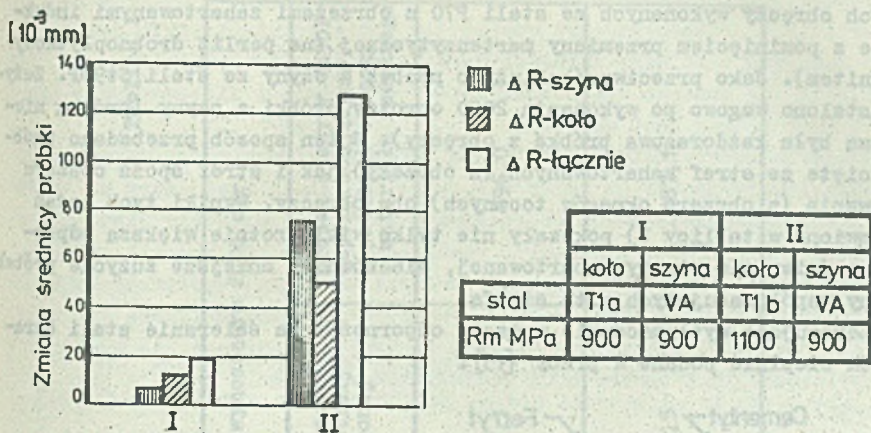
Rys. 7. Odporność na ścieranie różnych struktur wg R. Lailandera i K. Diesa 16
Fig. 7. Resistance to abrasion different structures by R. Mailander and K. Dies

wykazały niejednakową odporność na zużycie. Okazało się, że w przypadku współpracy próbek z koła z próbkami z szyny ze stali perlitycznej najmniejszym zużyciem charakteryzowały się stale o strukturze bainitycznej i martenzytycznej.

Na bardzo dużą odporność struktur perlityczno-bainitycznych wskazują wyniki badań ścieralności wykonanych w COBiRTK. Badania te zostały przeprowadzone na maszynie Amslera ze 100% poślizgiem i przesuwem bocznym

na ścieranie niż struktury odpuszczania, tj. struktury pomartenzytyczne (rysunek 7).

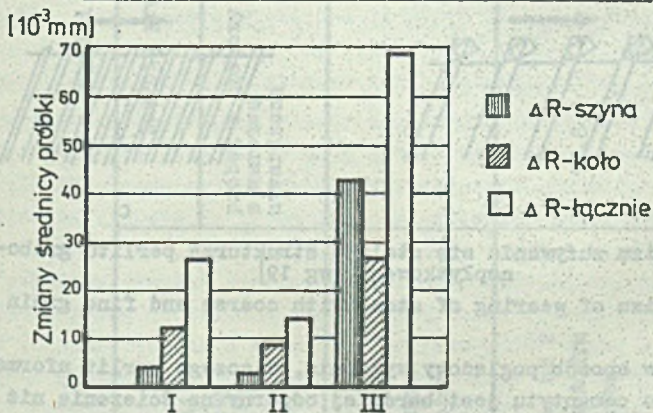
Z badań przeprowadzonych przez Krausego i Scholtena [17] nad wpływem różnych czynników na tarcie i zużycie w układzie kołoszlina przydatne byłyby tu wyniki z prób ścieralności wykonanych z próbkami zabartowanymi na różną wytrzymałość (a więc i na różną twardość). W wyniku tych prób przekonanie, że każda stal o wysokiej wytrzymałości charakteryzuje się również wyższą odpornością na zużycie, okazało się błędne. Na rys. 8 (pochodzącym z tych badań) widać, że wyższa wytrzymałość użytej do prób stali T1b (charakteryzującej się dobrą odpornością na zużycie) powoduje zarówno wyższe zużycie koła, jak i znacząco wyższe zużycie szyny. Z kolei wpływ struktury przy jednakowej wytrzymałości na rozciąganie ilustruje rys. 9. Jak widać, stale o różnym składzie chemicznym doprowadzone do jednakowej wytrzymałości na rozciąganie



Rys. 8. Wpływ wytrzymałości stali na zużycie [wg 17]

Fig. 8. Influence of steel strength at wear [17]

	I		II		III	
	koło	szyna	koło	szyna	koło	szyna
stal	T2	VA	T3	VA	T4	VA
Rm Pa	900	900	900	900	900	900
Struktura	Marter	Perlit	Bainit	Perlit	Perlit	Perlit

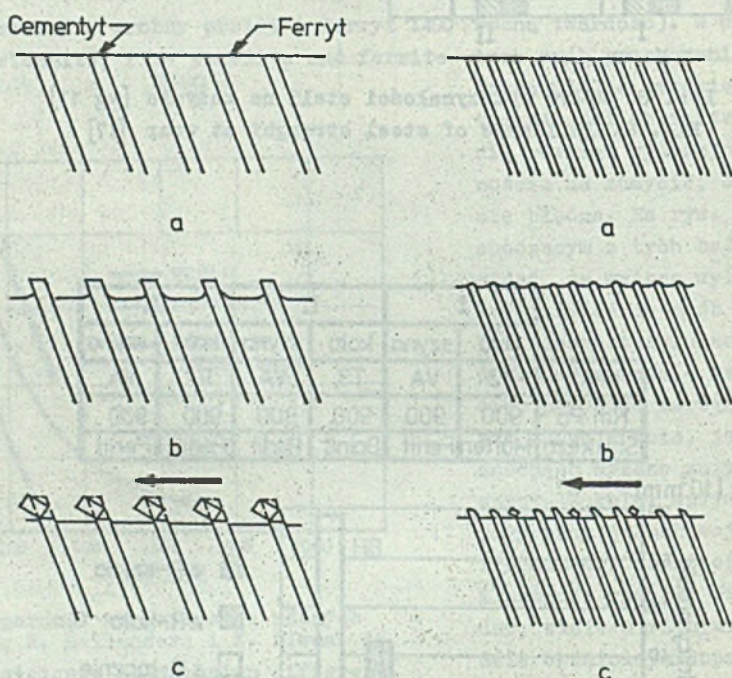


Rys. 9. Wpływ struktury stali na zużycie [wg 17]

Fig. 9. Influence of steel structure at wear [17]

próbki wynoszącym 0,5 mm bez smarowania. Badaniom poddano próbki z dwóch różnych obręczy wykonanych ze stali P70 z obrzeżami zahartowanymi indukcyjnie z pominięciem przemiany martenzytycznej (na perlit drobnopłytkowy z bainitem). Jako przeciwpróbek użyto próbek z szyny ze stali St90P. Zużycie ustalono wagowo po wykonaniu 2000 obrotów próbki z szyny (próbka nieruchomą była każdorazowa próbka z obręczy). W ten sposób przebadano próbki wycięte ze stref zahartowanych (z obręczy) jak i stref spoza obszaru hartowania (z obszaru okręgów toczonej) obu obręczy. Wyniki tych badań (zestawione w tablicy 2) pokazały nie tylko wielokrotnie większą odporność na ścieranie strefy zahartowanej, ale również mniejsze zużycie próbek z szyny współpracujących z tą strefą.

Przekonujące wytłumaczenie wyższej odporności na ścieranie stali obrabianych cieplnie podano w pracy [19].



Rys. 10. Mechanizm zużywania się stali o strukturze perlitu grubo- i drobnopłytkowego [wg 19]

Rys. 10. Mechanism of wearing of steel with coarse and fine grain structure

Rysunek 10 w sposób poglądowy wyjaśnia, dlaczego perlit uformowany z drobnopłytkowego cementytu jest bardziej odporny na ścieranie niż grubopłytkowy. Wynika to stąd, że miękki i plastyczny ferryt znajdujący się między płytkami cementytu zużywa się szybciej niż cementyt odsłaniający cząstki cementytu, których wystające części narażone są na szybkie łamanie

Tablica 2

Wyniki badań odporności na ścieranie

Rodzaj obręczy	Zużycie próbek (ubytek masy po cyklu badań wynoszącym 2000 obr.) w mg			
	próbek z obręczy z warstwą utwardzoną	próbek z szyny St90P współpracujących z próbkami obręczy z warstwy utwardzonej	próbek z obręczy spoza strefy utwardzonej	próbek z szyny St90P współpracujących z próbkami obręczy z materiału rodzimego
Obręcz nr 1 z pełnym obrzeżem	8,9	23,7	555,1	496,0
Obręcz nr 2 ze zwężonym obrzeżem	11,8	42,0	872,5	487,1

i wykonywanie podczas przemieszczania się kół po szynach. W porównaniu z tym w perlicie z drobnopłytkowym cementytem powierzchnia ferrytu jest znacznie mniejsza i wolniej zachodzi jego zużycie, w następstwie czego nie występuje tak znaczne wystawanie części cementytu i dlatego tempo ich łamania i wykruszania jest mniejsze.

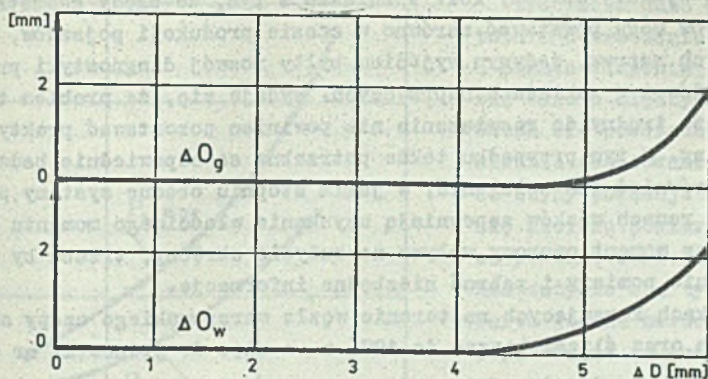
Na podstawie przedstawionych tu badań laboratoryjnych można wnioskować, że czynnikiem wpływającym na tempo zużywania się stali stosowanej na obręcze kół w warunkach współpracy ze stalami stosowanymi na szyny jest nie tyle twardość, ile rodzaj struktury. Pamiętając o tym, że badania laboratoryjne nie pozwalają na odtworzenie w całości warunków współpracy koła z szyną, powinny być one kontynuowane i w miarę możliwości zbliżane jak najbardziej do warunków rzeczywistych. Jest to tym istotniejsze, że wyniki badań eksploatacyjnych zawsze będą musiały być traktowane jedynie jako orientacyjne.

GEOMETRIA UKŁADÓW BIEGOWYCH

Pod tym ogólnym określeniem rozumie się oddziaływanie tych wszystkich czynników związanych z pojazdem, które w przypadku naruszenia prawidłowości któregoś z nich powodują skośny bieg zestawu na torze, tzn. tak, jak by zestaw na prostym odcinku toru zachowywał się w taki sposób, że ciągle jechał po łukach o małym promieniu. A zatem do czynników związanych z geometrią układu należałoby zaliczyć:

- a) nadmierne różnice średnic kół tego samego zestawu,
- b) błędy wykonawczo-montażowe powodujące nierównoległość osi w wózkach, ich nieprostokątność do podłużnej osi symetrii wózka lub równoległe przesunięcie poprzecznej osi symetrii zestawu w stosunku do podłużnej osi symetrii wózka,
- c) zbyt duży moment oporowy wynikający z oparcia pudła na ramie wózka.

Jest oczywiste, że koła o różnych średnicach znajdujące się we wspólnej, sztywnej osi muszą powodować skośny bieg zestawu na prostej, a zatem powodować przyspieszone ich zużycie. Z uwagi na różnorodność czynników, które temu towarzyszą (m.in. takich jak cechy konstrukcyjne pojazdu, profile i materiał szyn a także warunki atmosferyczne), byłoby bardzo trudno ustalić właściwe zależności między różnicami średnic a tempem zużywania się obręczy i raczej jako orientacyjne należałoby potraktować dane zamieszczone w pracy [20], a zilustrowane na rys. 11. Z danych tych wynika, że wzrost różnicy średnic kół (ΔD) na jednym zestawie praktycznie nie wpływa na zużycie obręczy, jeśli różnica ta nie przekracza 5 mm. Dopiero po przekroczeniu tej wartości zaczyna się proces przyspieszonego zużycia, przy czym nieco szybciej przebiega on w kole o większej średnicy.



Rys. 11. Wpływ różnicy średnic kół na zużycie obręczy

Fig. 11. Influence of diameter of wheels at wearing of wheel rim

Mleco wcześniej występuje zużycie przyspieszone na okręgu tocznym (już od różnicy średnic wynoszącej 4 mm), jednakże z uwagi na jego skutki w związku z reprofikowaniem kół ma to mniejsze znaczenie. Na podstawie tych badań autorzy opracowania uważają, że w eksploatacji można dopuścić występowanie różnic średnic kół do 4 mm. Zmniejszyłoby to ich zdaniem liczbę zbędnych obrotów.

Chociaż na PKP nie notuje się sygnałów, które wskazywałyby na występowanie wzmózonej liczby obrotów z powodu przekroczenia dopuszczalnej różnicy średnic (ustalonej na max 1 mm), trzeba by i u nas podjąć próby zobiektywizowania tego zagadnienia. Tymczasem z powodu trudności dokonywania tego rodzaju pomiarów w warunkach eksploatacyjnych oraz z powodu braku stosownych urządzeń pomiarowych przy tokarkach podtorowych praktycznie nie jest możliwe dotrzymanie obowiązujących warunków.

Aktualnie nie ma możliwości ani właściwego zmierzenia średnic kół, ani też ustalenia grubości obręczy, co także stanowi ważne kryterium oceny przydatności zestawu do dalszej eksploatacji. Wynika to stąd, że mimo istnienia odpowiednich suwmiarek, to brak jest na kołach odpowiednich baz pomiarowych (przy okazji jednego z pomiarów przeprowadzonych komisją w LD Odolany w marcu 1982 r. udowodnione zostało, że błędy pomiaru różnic średnic wykonane w warunkach eksploatacyjnych mogą dochodzić aż prawie do 16 mm).

Oprócz różnic średnic, jak już wspomniano na wstępie, czynnikami znaczącymi są także właściwe usytuowanie zestawu w pojeździe oraz właściwy moment oporowy wynikający z oparcia pudła na ramie wózka. Są takie przypadki nadmiernych zużyć, których przyczyny nie można się doszukać ani w materiale obręczy ani wreszcie w warunkach eksploatacji i wówczas pozostają tylko czynniki związane z geometrią układu lub momentem obrotowym. Przykładem tego zdaje się być wspomnianych na początku 9 lokomotyw ET22, które od czasu ich wyprodukowania po przebiegach 15 do 20 tys. km osiąga-

nęły kresowe wymiary obrzeży kół. W związku z tym, że błędy geometrii montażu zestawów mogą powstawać zarówno w czasie produkcji pojazdów, jak i ich okresowych napraw, jedynym wyjściem byłby rozwój diagnostyki producentów pojazdów i w zakładach naprawczych. Wydaje się, że problem ten jakkolwiek bardzo trudny do rozwiązania nie powinien pozostawać praktycznie nie rozwiązany. W tym przypadku także potrzebne są odpowiednie badania.

Wreszcie również dla ustalenia, w jakim stopniu obecne systemy podparcia pudła na ramach wózków zapewniają uzyskanie właściwego momentu oporowego i jak ten moment oporowy wpływa na zużycie obręczy, trzeba by wykonać odpowiednie pomiary i zebrać niezbędne informacje.

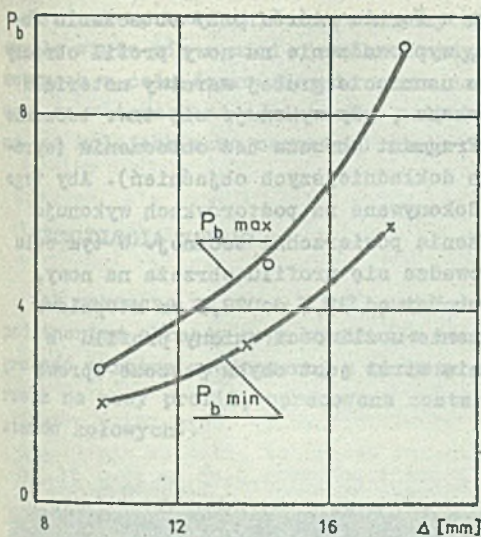
W jednostkach kursujących na terenie węzła warszawskiego czopy skrętu i ich gniazda oraz ślizgi boczne do 1976 r. a więc do jednostki nr 656 były smarowane.

Obecnie czopy skrętu i gniazda wykonywane są ze staliwa L400 lub L450 i nie są smarowane, gdyż zamiast tego stosowana jest w nich podkładka oddzielająca, wykonywana z materiału TaFK-15 wg PN-73/E-29080. Z kolei ślizgi boczne oparcia na pudle wykonywane są ze stali wysokomanganowej 11G12, a na wózku z tekstolitu TcFK-1-I-40, przy czym ślizgów tych również się nie smaruje. Nie ma niestety miarodajnych informacji, jakie było tempo zużywania się obręczy w okresie smarowania ślizgów i czopów skrętu i to powinno być również przedmiotem wnikliwych badań.

Na koniec do grupy czynników związanych z geometrią układu należałoby wspomnieć o tych, które wiążą się z konstrukcją pojazdu, a na które z przyczyn obiektywnych (techniczno-ekonomicznych) nie można mieć już zwykłego wpływu. Wiadomo jest, że tempo zużycia obręczy zależne jest również od typu pojazdu, ilości osi i ich odległości nacisków jednostkowych itp. Obszerną analizę czynników związanych z konstrukcją pojazdów znaleźć można w przytoczonej już tu pracy [19], wykonanej w ramach tematu nr U8-I-6 przez OSZD w latach 1976 do 1982.

GEOMETRIA UKŁADU ZESTAW KOŁOWY-SZYNY

Chodzi tu zarówno o warunki wpisywania się zestawu w tor, jak i o wpływ profilu obrzeża na zużycie obręczy. W badaniach przytoczonych w pracy [21] podnosząc znaczenie prawidłowo dobranego profilu, zwraca się również uwagę na prace prowadzone na DB nad wpływem szerokości toru na tempo zużywania się obręczy. Stwierdzając, że szczególnie niekorzystny wpływ na tempo zużycia obrzeży mają siły boczne, udowadnia się, że ich wielkość jest prawie proporcjonalna do luzu bocznego (rys. 12). Warto zauważyć, że proporcjonalnie do zmian tych sił zmieniają się siły tarcia w punkcie kontaktu koła z szyną, a zatem czynnik szerokości toru byłby czynnikiem istotnie znaczącym dla tempa zużywania się obręczy (i szyn). Warto by więc i temu zagadnieniu poświęcić więcej uwagi.

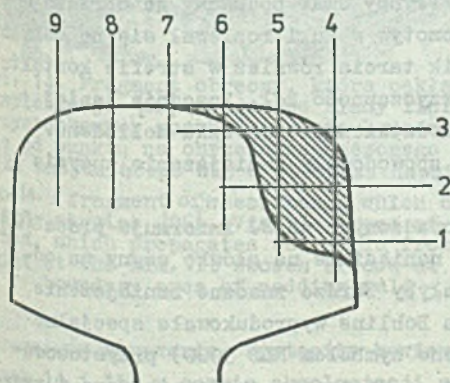


Rys. 12. Wpływ szerokości (luzu Δ w mm) toru na wielkość sił bocznych P_b . Dane z badań wykonanych na elektrowozie (w RPN) na torze o dobrym stanie utrzymania, przy prędkości 125 km/h

Fig. 12. Influence of width (clearance Δ - mm) of rail at size of side forces P_b . The testing was done at an electric locomotive (BRD) at the truck in good condition, speed 125 km/h

Tymczasem dużo mówi się ostatnio o znaczeniu profilu koła z punktu widzenia zmniejszenia się tarcia między kołem a szyną. Uważa się powszechnie, że odpowiednie dopasowanie się koła do szyny powoduje zmniejszenie się nacisku powierzchniowego, co powinno zmniejszyć odpowiednio zużycie obu tych elementów. Warto jednak zwrócić uwagę, że dopasowanie to musi przecież ulegać zmianom w czasie eksploatacji i dotyczy to zarówno profilu kół jak i szyn, których profile są ponadto zależne od rodzaju szyny (S49 czy S60). Różne typy zużycia obręczy

(w niektórych przypadkach szybciej zachodzi zmiana grubości obrzeża, a w innych przypadkach decydującym czynnikiem powodującym konieczność obtaczania jest jego stromość) wynikają ze współpracy z szynami o różnym stopniu zużycia. Kontakt koła z szyną o stopniu zużycia jak na rys. 13 musi wywołać nadmierne podcinanie się obrzeży, wyrażające się wzrostem ich stromości, szczególnie na liniach o małych łukach. A przecież, jak wiadomo, na liniach o małych łukach najczęściej można spotkać szyny o nadmiernym bocznym zużyciu. Nie chcąc rozwijać tematu, profilu kół pod kątem wpływu ich na warunki współpracy z szynami (jako że jest to dziedzina bardzo obszerna i powinna być pozostawiona raczej specjalistom z tego zakresu) warto może zwrócić uwagę na związek pro-



Rys. 13. Jeden rodzaj bocznego zużycia szyn, które w kontakcie z kołem powodują szybki wzrost stromości obrzeża. Fig. 13. A one side of wear of rails. It caused in contact with rim a quick increase of steep rim

filu z wielkością materiału usuwanego w formie wiórów przy obtaczaniu obręczy. Jak już wspomniano na wstępie, wyprowadzenie na nowy profil obręczy ze znacznym podcięciem obrzeża wymaga usunięcia grubej warstwy materiału i znacznego jej pocienienia nawet wówczas, gdy wykonuje się tzw. toczenie oszczędnościowe, tj. pozostawia się fragment obrzeża bez obtoczenia (sprawa ta jest ogólnie znana i nie wymaga dokładniejszych objaśnień). Aby tego uniknąć na SNCF, obtaczanie kół TGV dokonywane na podtorówkach wykonuje się pod kątem jak najmniejszego stoczenia powierzchni tocznej. W tym celu przy kolejnych obtoczeniach nie wyprowadza się profilu obrzeża na nowy, lecz dopuszcza się do zmiany jego grubości od 32,5 do 28,5 mm stopniowo co 0,5 mm [22]. Wydaje się, że rozważenie możliwości zmiany profilu z punktu widzenia możliwości zmniejszenia strat jest chyba jeszcze sprawą otwartą.

ZMNIEJSZENIE WSPÓŁCZYNNIKA TARCIA

Z faktu, że zużycie obrzeży obręczy zależy także od współczynnika tarcia w punkcie kontaktu koła z szyną, wynikły poszukiwania sposobów jego zmniejszenia. W następstwie tego niektóre koleje opracowały i zastosowały urządzenia do wprowadzania smaru w obszar kontaktu obrzeża z szyną. Próby montowania tego rodzaju urządzeń na lokomotywach PKP są w toku. W związku z prowadzonymi przez COBiRTK badaniami środków zmniejszających zużycie obręczy (temat nr 3023/27) warto więc może podać kilka informacji z doświadczeń przeprowadzonych na kolejach radzieckich [23]. Próby zastosowania na kilkudziesięciu lokomotywach urządzeń do smarowania obrzeży kół płynnym smarem okazały się nie udane. Płynny smar podawany na obrzeża zestawów kołowych przy wchodzeniu lokomotyw w łuki rozlewał się na całych obwodach kół, zmniejszając współczynnik tarcia również w strefie kontaktu szyny z okręgiem tocznym, a zatem i przyczepność kół. Znacznie lepiej pracowały urządzenia na smar stały z dodatkiem dwusiarczku molibdenu. Zastosowane na lokomotywach typu WZ60 spowodowały zmniejszenie zużycia obrzeży o 29%.

O udanych próbach w Szwecji przeprowadzonych na SJ informuje praca [24]. Niewielkie ilości smaru np. 0,2 g naniesione na główkę szyny na odcińku linii o długości 200 m powodowałyby bardzo znaczne zmniejszenie zużycia obrzeży. W związku z tym firma Bohlins wyprodukowała specjalne urządzenie do podawania smaru (oznaczone symbolem RLB 3000) przystosowane najpierw do pracy ze smarem płynnym, a następnie zmodernizowane i przystosowane do podawania smaru stałego z grafitem. Urządzenie to pozwala na podawanie smaru porcjami po 0,6 g w odstępach co 4 s przy prędkości pojazdu wynoszącej 50 km/h. Badania specjalistów szwedzkich wykazały, że w wyniku naniesienia tego stałego smaru (w postaci cienkiej błonki) na szyny współczynnik tarcia w obszarze obrzeża zmniejsza się do wartości 0,2 do 0,25, tzn. dwu do trzech razy maleje siła tarcia.

Systemy wprowadzania smaru między obrzeże a szynę mogą być różne i jak zwykle wiążą się z nimi określone wady i zalety. Instalowane są na lokomotywach w celu doprowadzania smaru na obrzeża lub na szynę oraz instalowane są w torach na odcinkach o małych łukach. W wielu przypadkach (jak np. na kolejach szwajcarskich) zdają one z powodzeniem egzamin.

TECHNOLOGIA NAPRAW

Jak pokazano na rys. 1 i 2, największe straty materialne w związku z podcinaniem obręczy mogą wynikać z technologii napraw. Aby zmniejszyć grubość warstwy zdejmowanej z obręczy w wyniku obtaczania podciętego obrzeża na nowy profil, opracowana została metoda naprawiania obręczy zestawów kołowych.



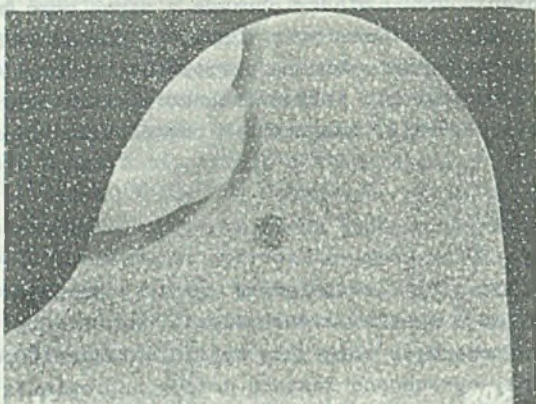
Rys. 14. Fragment obręczy, która pękła w eksploatacji [26]. Widoczne ślady linii przystankowych rozchodzące się koncentrycznie od punktu na obrzeżu zaznaczonego strzałką znajdującego się w obszarze napoiny

Fig. 14. A fragment of wheel band, which cracked during service [26]. Visible trace of stop lines, which propagates cocentric from one point at the rim. It shows arrows at the boundary area of padding weld

Dzięki wypełnieniu metalem/ ubytków na obrzeżu napoiny korekta zarysu może się odbyć praktycznie bez strat na grubości obręczy. Jest to zasadnicza korzyść związana z tą metodą naprawy. Nowa warstwa w najlepszym razie ma bowiem tylko tę samą odporność na ścieranie jak warstwa poprzednia. Wydaje się, że są szanse na to, aby opracować taką metodę napawania, w wyniku której na obszarze podcinania nakładana byłaby warstwa cechująca się większą odpornością na ścieranie.

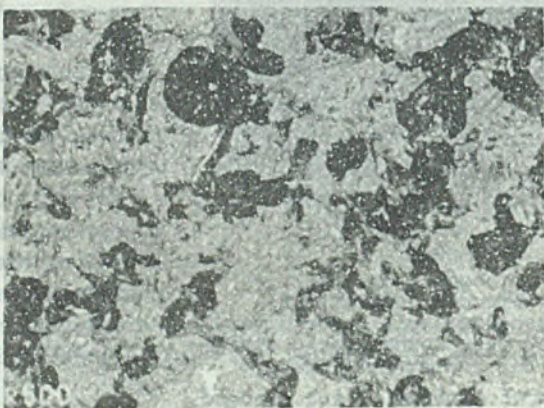
Tymczasem jednak należałoby zwrócić uwagę na przestrzeganie ustalonych i sprawdzonych już [25]

parametrów napawania. Wystąpiły bowiem przypadki pęknięcia obręczy (rysunek 14 i 15) w czasie eksploatacji spowodowanego wadliwym napawaniem [26] oraz pęknięcia obręczy w trakcie napawania [27]. Jak się okazało, w obu tych przypadkach na skutek niepodgrzania obręczy przed napawaniem wystąpiły warunki do jej samodzielnego podhartowania się, czego dowodem była stwierdzona obecność martenzytu w strefie napawania (rys. 16).



Rys. 15. Próbką z obręczy, której fragment pokazany jest na rys. 14 po wytrawieniu zglądu 5% HNO_3

Fig. 15. A sample from tyre, which fragment has been shown at Fig 14 after etched of microsection by 5% HNO_3



Rys. 16. Struktura w obręczy napawanej w obszarze napoiny (wg 27) widoczne pola martenzytu (jasne) i drobny perlit X400

Fig. 16. The structure of padded rim in a zone padding weld. Visible area of martensite (light) and fine pearlite X400

WARUNKI ATMOSFERYCZNE

O tym, że warunki atmosferyczne mogą mieć istotny wpływ na tempo zużycia się obręczy, przekonano się już dawno. Przy czym nie chodzi tu o różnice klimatów tego rodzaju, jakie mogą występować między Szwecją a np. Irakiem, ale nawet te zmiany atmosferyczne, które zachodzą na terenie kraju zmieniać mogą okresowo obraz sytuacji. I tak np. z informacji Locomotywni Wałbrzych wynika, że przy dłuższym okresie pory wilgotnej przebiegi lokomotyw wydłużyć się mogą nawet o miesiąc. Podobnego rodzaju spostrzeżenia poczyniono także na terenie innych lokomotywowni. Można by stwierdzić, że wszędzie tam, gdzie panują naturalne warunki do nadmiernego podcinania obręczy, a więc w rejonach górskich, nie sposób było nie dostrzec wpływu zmian atmosferycznych. Jeśli z tych spostrzeżeń mogłyby wynikać praktyczne wnioski, to przede wszystkim te, które prowadziłyby do potwierdzenia znaczenia zmian współczynnika tarcia, a co za tym idzie celowości podejmowania prób zintensyfikowania prac nad wdrożeniem sprawdzonych systemów smarowania obręczy.

PODSUMOWANIE

Nasuują się następujące wnioski:

- mimo znacznego rozeznania zagadnień dotyczących się problematyki zmniejszania zużycia obręczy stan obecny wymaga systematycznych działań i kompleksowego do niej podejścia,
- znaczenie gospodarcze tych zagadnień zarówno ze względu na zużycie materiału, jak i kosztu napraw i przestojów taboru jest bardzo duże i celowe jest prowadzenie dalszych prac badawczych w celu ustalenia zależności ilościowych wpływu różnych czynników, których znaczenie jakościowe zostało już sprawdzone,
- szerzej należy wdrażać sprawdzone już technologie, przede wszystkim napawania obręczy, i dalej je doskonalić.
- podejmować prace nad opracowywaniem nowych efektywnych urządzeń diagnostycznych dla zakładów naprawczych i wagonowni w celu polepszenia jakości napraw,
- opracować metody śledzenia zmian zachodzących w eksploatacji w związku z wprowadzaniem środków zaradczych w celu oceny skuteczności ich działań.

LITERATURA

- [1] Analiza statystyczna zużycia obręczy w zestawach kołowych wagonowych COBiRTK temat nr 3080/19, styczeń 1983 (nie publikowana).
- [2] ORE, zagadnienie B 136. Zestawy kołowe łożyskowane. Koncepcja utrzymania, standaryzacja. Raport nr 7 październik 1978.
- [3] Beer H., Schmitz G.: Das Flammenhärten der spurkränze an den führenden Radsätzen der Dampflokomotiven (Hartowanie płomieniowe obręczy obręczy prowadzących zestawów kołowych parowozów). Dtsch. Eisenbahntechn. 12/1959, ss. 571-579.
- [4] Zbadanie możliwości hartowania płomieniowego powierzchni tocznych obręczy parowozowych. COBiRTK temat S-52.
- [5] Zaorski M.: Analiza wyników pomiarów zestawów kołowych elektrycznych zespołów trakcyjnych serii EN57 wykonanych w ZNTK Lińsk Mazowiecki. COBiRTK 1983 (nie publikowana).
- [6] Kruż R., Skrzyński J.: Próby i badania PKP ZNTK-Poznań w zakresie hartowania powierzchniowego obręczy zestawów kołowych lokomotyw spalinowych. Grudzień 1985. Referat wygłoszony na konferencji SITK na temat: "Przedłużenie żywotności zestawów kołowych". Szklarska Poręba grudzień 1985.
- [7] Ocena przydatności nowych gatunków stali na podstawie prób eksploatacyjnych. COBiRTK temat nr 3460/11, grudzień 1980.
- [8] Krychniak S.: Kilka uwag o obręczach wagonowych zestawów kołowych. Przegląd Kolejowy Mechaniczny, 1976, nr 9, ss. 242-245.
- [9] Zaczekowski W.: Produkcja odbiór i eksploatacja obręczy pojazdów trakcyjnych. Przegląd Kolejowy Mechaniczny 1975 nr 9, ss. 244-249.
- [10] Świdorski Z. i inni: Dobór stali na obręcze kolejowych zestawów kołowych. Przegląd Kolejowy Mechaniczny 1984 nr 4-5, ss. 109-113.
- [11] Rytel B.: Obręcze z MRD do wagonowych zestawów kołowych PKP. Przegląd Kolejowy Mechaniczny 1983 nr 7, ss. 196-198.
- [12] Piotrowski St., Godula T.: Hartowanie powierzchni tocznych obręczy zestawów kołowych. Przegląd Kolejowy Mechaniczny 1981 nr 1, ss. 24-26.
- [13] Overkott F.: Hartowanie obręczy obręczy zestawów kołowych lokomotyw i wagonów. Przegląd Kolejowy Mechaniczny 1984, nr 4-5, ss. 113-121.
- [14] Krassowski A.: Hartowanie powierzchni tocznych zestawów kołowych. Przegląd Kolejnictwa Mechaniczny 1984 nr 4-5, ss. 102-103.
- [15] Kaska J.: Niektóre zagadnienia związane z wdrażaniem hartowania obręczy elektrycznych zespołów trakcyjnych w ZNTK Lińsk Mazowiecki. Referat wygłoszony na konferencji SITK "Przedłużenie żywotności zestawów kołowych", Szklarska Poręba grudzień 1985.
- [16] Hoffmann P., Schreiber K.: Analiza możliwości poprawy trwałości obręczy środkami materiałowo-technicznymi. OBRPS temat nr OR-5304.
- [17] Krause H., Scholten J.: Einfluphaktoren auf Reibungs-und Verschleissverhalten des Rad/Schlene-systems. Glasers Annalen 1977 nr 4, ss. 103-109.
- [18] Badania materiałowe utwardzonych powierzchniowo obręczy trakcyjnych metodą indukcyjną na urządzeniu firmy Peddinghaus. COBiRTK temat nr 3633/11 marzec 1985.
- [19] Otczet Cz.SD o wzaimoswiazii iznosa koles i relsow na kriwych malogo radiusa s ucetom ich materialow i faktorow wliajuszeczich na ich naiboleje sootwiestwujuszczij wybor. Podtema 5 temy OSZD US-I-6/1976. Praga 1985.
- [20] Likratow J.I., i inni: Ekonomija stali dla bandażej. Elektriceskaja i Tiepłowoznaja Tiaga 1982 nr 5, ss. 5-6.

- [21] Kalichowicz W.I.: *Ekonomija bandažnoj stali Elektrozoskaja i Tjep-zowaja Tiaga* 1982 nr 1, ss. 21-23.
- [22] Schaeffer P.: *Die Wartung der Räder des Schnellsten Zuges der Welt.* Techn. Rdsch, 1982 nr 38.
- [23] Kalichowicz W.N., Markin P.P.: *Powyszenie dułgowieczności bandażej lokomotiwowo. Żeleznodorożnyj Transport* 1982 nr 12, ss. 52-57.
- [24] *Train - Mounted lubricator Int. Railway J.* 1982 nr 11, ss. 27-32.
- [25] *Wprowadzenie regeneracji za pomocą napawania podciętych obręczy zestawów monoblokowych i obręczy lokomotyw.* COBiRTK temat nr 3476/11 marzec 1982.
- [26] *Badania materiałowe i ustalenie przyczyny pęknięcia obręczy zestawu kołowego wagonu serii Uas.* COBiRTK, temat nr 3596/11 czerwiec 1984.
- [27] *Badanie przyczyny pęknięcia obręczy trakcyjnej podczas napawania.* COBiRTK, temat nr 3662/11 lipiec 1985.

Recenzent: Doc. dr inż. Roman BAK

ИЗМОС БАНДАЖЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПАРКА

Резюме

В течении многих лет связанные с ограничением степени износа бандажей колесных пар является темой исследовательских работ и конкретных технических решения. Несмотря на участие многих научных центров и групп людей занимающихся эксплуатацией подвижного состава вопрос этот еще не решен, до конца и явно заметен на ПКП. В статье представлено актуальное состояние износа бандажей вагонных и локомотивных колес. Систематизированы и описаны факторы решительно влияющие на износ бандажа а также принимаемые решения целью которых является его ограничение на пример через упрочнение или наплавление той части поверхности катания где наблюдается максимальный износ. В заключении представленных рассуждений утверждается что решение проблемы износа бандажа требует продолжения комплексных научных исследований для получения зависимости износа от разных факторов и разработки методов его контроля во время эксплуатации после введения в эксплуатацию новых решений определения их эффективности. Во время научно-исследовательских работ необходимо разработать новые аппараты для диагностики геометрии поверхности катания бандажа как в депо так и на ремонтных заводах с целью повышения качества ремонта. Необходимо также более широкое внедрение технологии поверхностного упрочнения а также на плавки, подрезанных гребней с учетом развития этой техники в направлении повышения твердости наплавленного слоя.

WEARING RIMS OF WHEELS OF RAILWAY ROLLING STOCK

Summary

A limitation of rate of wearing rim of a wheel has been an aim of a research work and a technical enterprise during many years. This problem has not a satisfied solution, nevertheless it engaged many research centers and people dealing with railway operating, also at PKP it is a distinctly sensible.

The paper describes state of wear rim of wheels cars and wears of tyres of rail-vehicles. A decisive wearing factors have been systematized and described also projects for limitation of wearing have been characterized. The project aim to harden and pad a part of shape surface where wearing is the most intensive.

At the end of presented considerations there is a statement that: for solution of the problem of wearing rims it is necessity to continue a complex research works for finding influence of different factor on that process. An aim of the works will be a new method of wathing a wearing process, especially for new process of regeneration. New diagnostic instrument ought to be designed for evaluate geometry of wheelsets. It cause a better state of wheelsets if will be done an implamentation of surface hardening of the rims and pod of cut rims, when padding weld will be harder.